

EESTI VABARIIGI TARTU ÜLIKOOI
TOIMETUSED

ACTA ET COMMENTATIONES
UNIVERSITATIS TARTUENSIS
(DORPATENSIS)

A

MATHEMATICA, PHYSICA, MEDICA

XXXIV

EESTI VABARIIGI TARTU ÜLIKOOLI
TOIMETUSED

ACTA ET COMMENTATIONES
UNIVERSITATIS TARTUENSIS
(DORPATENSIS)

A

MATHEMATICA, PHYSICA, MEDICA

XXXIV

TARTU 1940

Sisukord. — Contenta.

1. **J. Tehver, R. Säre und M. Keerd.** Das Konjunktivalepithel des Rindes und Schafes während der verschiedenen Phasen des Östralzyklus.
2. **Aarne Kärnsa.** Über das Problem der Messung der Störung bei statistischen Reihen mit Anwendung auf die Klimatologie.
3. **Ilo Sibul.** Über das Auftreten von Acetylen im strömenden Blute.
4. **E. Markus.** Der Brennschieferbau Estlands.
5. **E. Öpik.** Composite Stellar Models.
6. **E. Lepik.** Fungi Estonici exsiccati: Uredinaceae III et Ustilaginaceae.
7. **E. Lepik.** Contributions to the Fungus Flora of Estonia I.
- 7-a. **K. Eichwald.** Eesti taimed IV. (151—200).
Summary: Estonian plants.
8. **K. Kirde.** Andmeid Eesti kliimast.
Summary: Data about the climate of Estonia.
9. **Jul. Tehver.** The Micro-Relief elements of the Stomach and Intestine in domestic Mammals.

AUS DEM INSTITUT FÜR TIERÄRZTLICHE HISTOLOGIE UND EMBRYO-
LOGIE DER UNIVERSITÄT TARTU. VORSTAND: PROF. DR. J. TEHVER

DAS KONJUNKTIVALEPITHEL DES RINDES UND SCHAFES WÄHREND DER VERSCHIEDENEN PHASEN DES ÖSTRALZYKLUS

VON

J. TEHVER, R. SÄRE und M. KEERD

MIT 6 ABBILDUNGEN AUF EINER TAFEL

TARTU 1938

Bekanntlich sind die Phasen des Östralzyklus nicht nur von ovarialen und uterinen, sondern auch von in den übrigen Geschlechtsorganen verlaufenden Veränderungen begleitet. Besonders auffallend sind solche Veränderungen im Vaginalepithel einiger Nager (Maus, Ratte), doch sind auch bei den Haustieren zyklische Veränderungen des Vaginalepithels beschrieben worden. Nur erlangen sie bei den letzteren keinen derartig charakteristischen Verlauf, dass man bei ihnen (wie das bei der weissen Maus und der Ratte der Fall ist) nach dem mikroskopischen Bilde des Vaginalsekrets die einzelnen Phasen des Zyklus genau bestimmen könnte.

Dabei wäre es doch denkbar, dass eine wechselnde Proliferationskraft des Epithels während der verschiedenen Geschlechtsphasen sich nicht nur in der Vagina, sondern auch in anderen Organen auswirken müsste. Von solchen Tatsachen, die hierauf hindeuten scheinen, sei auf das verlangsamte Hörnerwachstum (Hornscheiden) der Kühe während der Trächtigkeit hingewiesen. Dass hieran Futtermangel allein schuld wäre, wie gewöhnlich angenommen wird, ist wohl zu bezweifeln. Sehr interessant sind in dieser Hinsicht die Untersuchungen eines amerikanischen Autors Butcher (1934) über das Haarwachstum der weissen Mäuse. Er konnte nämlich feststellen, dass das Haarwachstum der Mäuse im präpuberalen Stadium aus zwei, mit der Aktivität der Ovarien parallel verlaufenden Phasen besteht. Wohl hat es sich gleichzeitig erwiesen, dass die abwechselnde Intensität des Haarwachstums nicht durch die Ovarien verursacht wird (denn man konnte dieselbe Beobachtung auch an kastrierten Tieren machen); trotzdem sehen wir uns gezwungen, diesen Vorgang einem, höchstwahrscheinlich inkretorischen, gleichzeitig auch die Ovarien beeinflussenden Faktor zuschreiben zu müssen.

Aus solchen Erwägungen heraus erscheint uns die Behauptung eines russischen Autors Woloskow (1936) nicht verwunderlich, derzufolge das Konjunktivalepithel im Östral-

zyklus ähnliche Veränderungen durchmachen soll, wie dasjenige der Vagina. Er schreibt: „Da wir die Brunst nicht als einen lokalen, sondern als einen den gesamten Organismus beeinflussenden organischen Prozess aufgefasst haben, so dachten wir, dass, wenn der anatomische Aufbau und eine Reihe anderer Besonderheiten der Vaginalröhre eine typische Zellreaktion zu erhalten uns nicht gestatten sollten, wir diese Beobachtung an anderen, mit geschichtetem Plattenepithel bedeckten Schleimhäuten machen könnten. In dieser Hinsicht erweist sich das Konjunktivalepithel als ein unersetzbares Objekt. Die im Laboratorium an Mäusen, Ratten und Kaninchen durchgeführte Kontrolle hat uns eine völlige Identität der Schleimhautreaktionen in der Konjunktiva und der Vagina gezeigt. Dasselbe haben die an Schafen durchgeführten Experimente bestätigt.“ Im weiteren beschreibt Woloskow das Bild des Konjunktivalausstriches vom Pferde. Die vom Autor festgestellten Veränderungen beschränken sich hierbei auf eine variierende Schleimmenge und auf eine wechselnde Natur der Zellelemente im Ausstrich.

Die Brunst der Stute charakterisiert sich demnach durch einen Ausstrich, in dem vom Autor nur verhornte Epithelzellen oder Schollen gefunden wurden. Der Behauptung Woloskow's nach ist das Bild des Konjunktivalausstriches der Stute derart charakteristisch, dass man nach ihm unter Zuhilfenahme der klinischen Beobachtungen (perrektale Untersuchung der Ovarien) den Ovulationsmoment um 4—8 Stunden vorausbestimmen kann. Die Veränderungen des Konjunktivalausstriches bei anderen Tieren werden nicht beschrieben, aber, wie oben erwähnt, behauptet der Autor deren Identität mit den Veränderungen im Vaginalsekret (Mäuse, Ratten, Kaninchen und Schafe).

Woloskow's Befund ist neu, und dafür wird er auch vom Autor selbst gehalten. Noch im Jahre 1935 fand Kreiker bei der Untersuchung der menschlichen Bindehaut, dass deren Epithel wohl verschiedene Bilder darböte, dass die Abweichungen aber temporären Charakters wären, weil sie von der Dehnung des Epithels abhingen. Als Anfangsform wäre ein kubisches, mehrreihiges Epithel zu betrachten.

Obwohl die Literaturangaben und unsere eigenen, aus früherer Zeit stammenden Beobachtungen nicht zugunsten der

Woloskow'schen Befunde hinsichtlich der Konjunktiva sprachen, haben wir es doch unternommen, die angeschnittene Frage an dem uns erreichbaren Material näher zu studieren. Dabei haben wir unser Augenmerk nicht auf den Inhalt des Konjunktivalsackes (welcher übrigens wegen seiner geringen Menge für einen Ausstrich kaum ausreicht), sondern direkt auf das Epithel gerichtet.

Material und Technik.

Unser Material stammt von im örtlichen Schlachthause geschlachteten Kühen und weiblichen Schafen. Angaben über die Menge und Art des Materials findet man in der beigefügten Tabelle. Zur Bestimmung der Zyklusphase wurden sowohl das klinische Bild des Tieres als auch der postmortale Befund ausgewertet. Das Alter des gelben Körpers (*Corpus luteum*) wurde nach den Angaben Hammond's (1927) und das Aussehen des Vaginalschleimes nach den Angaben von Milowanow (1936) bestimmt resp. gewertet.

Von den untersuchten Kühen befanden sich 12 im Stadium des Proöstrums, Östrums oder Postöstrums, 6 Kühe im Stadium des Met- oder Diöstrums und 3 Kühe waren trächtig. Von den untersuchten Schafen war 1 brünstig, 2 befanden sich im frühen Metöstrum und 2 waren trächtig.

Das Material wurde nur gesunden Tieren und gesunden Augen entnommen. Zur Untersuchung kam nur das eine (meist rechtseitige) Auge. Die beiden Lider wurden möglichst weit abgeschnitten und in Bouin's Flüssigkeit fixiert. Nach der Fixation wurde ein Stück aus der Mitte des unteren und oberen Lides senkrecht zum Lidrande ausgeschnitten und nach Entwässerung in Zelloidin eingebettet. Die zumeist 10 μ dicken Schnitte sind senkrecht zum freien Lidrande gemacht und nach der Van Gieson'schen Methode (Eisenhämatoxylin, Pikrofuchsin) gefärbt.

Eigene Untersuchungen.

Die Kuh.

Das Oberhäutchen der äusseren Haut, welches an der äusseren Lidkante aufhört, wird nicht unmittelbar durch das typische Konjunktivalepithel fortgesetzt, sondern zwischen beiden bleibt eine verschieden breite Übergangszone bestehen. Das

im Intermarginalraume befindliche Epithel erinnert noch teilweise an die Epidermis der äusseren Haut, besonders weil es von einer verhornten Schicht bedeckt wird: aber es ist dicker als das typische Oberhäutchen und sitzt auf einem stärker entwickelten Papillarkörper. Bald verliert sich die Hornschicht samt dem Stratum granulosum und wir haben einen Epitheltypus vor uns, der in Abb. 1 wiedergegeben ist. Dieses Epithel unterscheidet sich von dem eigentlichen platten Konjunktivalepithel hauptsächlich durch die grössere Dicke (ca 100 μ) und durch das Fehlen von Wander- und gewöhnlich auch von Schleimzellen. Die Zone eines derartigen Epithels misst nur wenige Millimeter und geht im tarsalen Abschnitt der Bindehaut in das eigentliche Konjunktivalepithel über.

Das eigentliche Bindehautepithel hat ein ziemlich variierendes Aussehen. Die Abbildungen 2 bis 6 (auf der Tafel), welche alle vom Rind stammen, können uns davon überzeugen. Es scheint anfangs, als wäre hier überhaupt keine Regelmässigkeit vorhanden, und erst bei planmässigem Durchmustern eines umfangreicheren Materials gelingt es einen gewissen Überblick zu gewinnen. Zu diesem Zweck haben wir jene Angaben, welche unser Thema zu beleuchten imstande schienen, in Tabellenform wiedergegeben. Es wurde dabei auf die Dicke und Struktur des Epithels, auf die Menge der Schleim-(Becher-)zellen, auf den Infiltrationsgrad des Epithels usw. achtgegeben, also auf alle Eigenschaften, die für die Beurteilung des Vaginalausstriches von Bedeutung sind. Um die Tabelle übersichtlicher zu gestalten, haben wir in der vorliegenden Arbeit einiges (so die Zahl der Mitosefiguren, die ins einzelne gehende Beschreibung des Epithels u. a. m.) aus ihr fortgelassen.

Wie aus der beigegebenen Tabelle ersichtlich, tritt das Konjunktivalepithel der Kuh fast in allen untersuchten Präparaten in zwei Formen auf: als geschichtetes Platten- und als geschichtetes Zylinderepithel. Im allgemeinen gilt dabei als Regel, dass das Plattenepithel eine Fortsetzung des nahe am Intermarginalraum befindlichen dickeren Epithels und infolgedessen mehr tarsal gelegen ist. Es reicht verschieden weit auf die Conjunctiva mobilis und wird in wenigen Fällen (Präparaten) auch fornikal nicht durch geschichtetes Zylinderepithel ersetzt. Hieraus ist aber nicht zu schliessen, dass in diesen

Fällen das Zylinderepithel in der Konjunktivalschleimhaut überhaupt fehle, denn die untersuchten Schnitte stammen nur aus der Mitte der Bindehaut und reichen auch nicht in allen Fällen bis auf die Conjunctiva bulbaris. In den meisten Fällen wird, wie gesagt, das Plattenepithel fornikal durch zylindrisches oder kubisches Epithel ersetzt. Zu gewissen Phasen des Östralzyklus stehen die unregelmässigen Grenzen der beiden genannten Epithelarten in keiner Beziehung; ihre Lokalisation scheint vielmehr von der Art der Kontakt- bzw. Berührungsfläche abhängig zu sein: jener Abschnitt der Konjunktiva, der unmittelbar der Kornea anliegt, wird von Plattenepithel bedeckt, während jener Teil, der den mit Tränenflüssigkeit angefüllten Konjunktivalsack umgibt, meistens von Zylinderepithel bedeckt wird. Es scheint unwahrscheinlich, dass die eine Epithelart infolge von mechanischen Momenten (wegen abwechselnden Dehnungsgrades) fast unmittelbar in die andere übergehen könne, wie das in bezug auf die menschliche Bindehaut von Kreiker behauptet wird. Demzufolge trifft auch die Behauptung von Zietzschmann (1906), dass das Konjunktivalepithel der Wiederkäuer (Rind, Schaf) ein Übergangsepithel sei, nicht zu.

Das geschichtete Plattenepithel der Konjunktiva sitzt auf einem verschieden stark entwickelten Papillarkörper. Die Entwicklung dieses letzteren, bzw. der in die Propria hineinragenden Epithelzapfen steht mit dem Östralzyklus in keiner Beziehung. Die freie Oberfläche des Epithels ist aber immer geradlinig. Das wechselnde Bild des Plattenepithels wird hauptsächlich durch den verschiedenen Plasmareichtum seiner Zellen verursacht. Die in den Abb. 2 und 3 wiedergegebenen Epithelbilder sind häufig in ein und demselben Präparat zu finden. Eins dieser Bilder zeigt uns eine typische Schichtung des Epithels: die basal gelagerten plasmaärmeren Zellen sind stärker gefärbt, haben häufig einen polygonalen Kern und keine deutlichen Zellgrenzen; die mittlere Schicht besteht aus heller gefärbten polygonalen plasmareicheren Zellen mit deutlichen Zellgrenzen, und die oberflächliche Epithelschicht wird von mehr oder weniger stark abgeplatteten, stets kernhaltigen Zellen, nie aber von verhornten Zellen gebildet. Im allgemeinen ist das Plattenepithel mit deutlicher Schichtung dicker als ein solches, welches nur aus dunkelgefärbten Zellen mit ge-

Tabellarische Angaben über die Struktur des Konjunktivalepithels beim Rinde.

Phase des Östralkyklus	Material	Oberes(O) od. unteres(U) Lid	Dicke des Epithels in μ	Gesamtbild des Epithels	Zahl der Schleimzellen *)	Die subepitheliale Infiltrationszone; Zahl der Lymphknötchen in einem Schnitt	Infiltrationsgrad d. Epithels mit Wanderzellen**)
Proöstrum, Östrum oder Anfang des Metöstrums.	Kuh 9. Siebenmal gekalbt. Zervikalkanal geöffnet. Glasiger Schleim in der Vagina. Der grösste Follikel misst 1,5 cm.	O	30—60	Geschichtetes Plattenepithel (Konjunktiva kurz abgeschnitten).	0	Wenig ausgebildete Infiltrationszone ohne Lymphknötchen.	+
		U	meistens ca. 20 μ	Geschichtetes Plattenepithel; fornikal geschichtetes Zylinderepithel.	0	Breite (ca. 200 μ) Infiltrationszone mit 2 Primärknötchen.	++
	Kuh 10. Neunmal gekalbt. Corpus luteum 1—2 Tage alt.	O	30—40	Ausser einer schmalen Zone von geschichtetem Plattenepithel im tarsalen Abschnitt der Konjunktiva findet man nur geschichtetes Zylinderepithel. Epithel stark gefaltet.	+++	Nur stellenweise eine sehr schmale Infiltrationszone.	+
		U	30—60	"	+	Sehr schmale (ca. 10 μ) Infiltrationszone ohne Knötchen.	+
	Kuh 13. Achtmal gekalbt. Ein frisch geplatzter Follikel im Ovar.	O	20—50	An vielen Stellen ist das Epithel mit Wanderzellen dermassen infiltriert, d. seine Struktur nicht zu unterscheiden ist. Geschichtetes Platten- u. Zylinderepithel.	+	Sehr breite (bis 1 mm) Infiltrationszone mit 10 Sekundärknötchen.	+++
		U	20—40	Geschichtetes Plattenepithel tarsal, Zylinderepithel fornikal. Der Konjunktivalschleim enthält einige rundkernige Wanderzellen.	+	Sehr schmale (ca. 30 μ) Infiltrationszone mit 3 Knötchen.	++
	Kuh 15. Alt. Glasiger Schleim in der Vagina. Zervikalkanal geöffnet.	O	20—60	Geschichtetes Platten- und geschichtetes Zylinderepithel.	0	Sehr breite (ca. 1 mm) Infiltrationszone mit 8 Knötchen.	+++
		U	40—50	Geschichtetes Plattenepithel.	0	Subepitheliale Infiltrationszone wenig ausgebildet. Keine Knötchen.	+
	Kuh 17. Alt. Glasiger Schleim in der Vagina. Sprungreifer Follikel im Ovar.	O	20—50	Geschichtetes Platten- und geschichtetes Zylinderepithel.	+++	Subepitheliale Infiltrationszone fehlt beinahe ganz. Keine Knötchen.	+
		U		Das Epithel ist dermassen mit Rundzellen infiltriert, d. sich nur die oberste, aus abgeplatteten oder zylindrischen Zellen bestehende Schicht unterscheiden lässt.	+	Über 1 mm dicke Infiltrationszone mit 15 Lymphknötchen.	+++

Kuh 18. Sechsmal gekalbt. Fadenziehender Schleim hängt aus der Vagina. Frisch geplatzter Follikel im Ovar.	O	15-40	Geschichtetes Plattenepithel.	0	Eine ausgebildete Infiltrationszone findet man nur nahe d. Fornix.	+
	U	30-40	Geschichtetes Platten- und geschichtetes Zylinderepithel.	++	Über 1 mm dicke Infiltrationszone mit 7 Lymphknötchen.	+++
Kuh 19. Färse. Geschlachtet während der Brunst.	O	30-50	"	+	Breite subepitheliale Infiltrationszone ohne Knötchen.	++
	U	30-60	Geschichtetes Plattenepithel.	0	Keine deutliche Infiltrationszone.	+
Kuh 22. Siebenmal gekalbt. Glasiger Schleim in der Vagina. Frisches Corpus luteum im Ovar.	O	30-50	Geschichtetes Plattenepithel im tarsalen, geschichtetes Zylinderepithel im fornikalen Abschnitt.	+++	"	+
	U	30-40	"	+	Wenig ausgebildete Infiltrationszone mit 2 Knötchen.	++
Kuh 24. Dreimal gekalbt. Geschlachtet während der Brunst. Frisch geplatzter Follikel im Ovar.	O	30-40	Im Konjunktivalschleim rundkernige Wanderzellen.	++	Schmale (unter 100 μ) subepith. Infiltrationszone ohne Knötchen.	+
	U	30-40	Das Bild d. weniger stark infiltrierten Epithels wie oben. Meist ist das Epithel durch Wanderzellen beinahe ersetzt.	0	Breite Infiltrationszone (ca. $\frac{1}{2}$ mm) mit 7 Knötchen.	+++
Kuh 25. Dreimal gekalbt. Vagina enthält reichlich glasigen Schleim. Corpus luteum ca. 1 Tag alt.	O	30-50	Geschichtetes Plattenepithel.	++	Keine deutliche Infiltrationszone mit 1 Knötchen.	+
	U	25-50	Geschichtetes Plattenepithel im tarsalen, geschichtetes Zylinderepithel im fornikalen Abschnitt.	0	Wenig ausgebildete Infiltrationszone mit 4 Knötchen.	+++
Kuh 27. Viermal gekalbt. Corpus luteum 1-2 Tage alt.	O	15-40	"	+++	Nur eine begrenzte Rundzellenansammlung.	+
	U	15-40	"	++	Zwei Rundzellenansammlungen.	+
Kuh 28. Elfmal gekalbt. Geschlachtet während der Brunst.	O	15-40	Das Epithel ist sehr dünn und dunkelgefärbt. Die obersten Zellen sind abgeplattet oder kubisch-zylindrisch.	+++	Keine deutliche Infiltrationszone. 3 Knötchen.	+
	U	15-40	"	0	Breite (bis $\frac{1}{2}$ mm) Infiltrationszone mit 5 Knötchen.	+++

*) Zahl der Schleimzellen: 0 — keine Schlz., + 1-10 Schlz., ++ 10-100 Schlz., +++ über 100 Schlz.

**) + die Zahl der Wanderzellen ist kleiner als die der Epithelzellen.
++ die Zahl der Wanderzellen ist grösser als die der Epithelzellen.
+++ das Epithel ist teilweise durch Wanderzellen ersetzt.

Tabellarische Angaben über die Struktur des Konjunktivalepithels beim Rinde.

Phase des Östruszyklus	Material	Oberes (O) od. unteres (U) Lid	Dicke des Epithels in μ	Gesamtbild des Epithels	Zahl der Schleimzellen ^{*)}	Die subepitheliale Infiltrationszone; Zahl der Lymphknötchen in einem Schnitt	Infiltrationszone d. Epithels mit Wanderzellen ^{*)}
Met- und Diöstrum	Kuh 1. 18–20 Mon. alt. Corpus luteum $1,8 \times 2$ cm gross.	O	30–50	Meist ist das Epithel zylindrisch, nur im tarsalen Abschnitt ist geschichtetes Plattenepithel vorhanden.	++	Keine kontinuierliche Infiltrationszone. 7 Lymphknötchen.	+++
		U	30–50	"	++	Breite Infiltrationszone mit 7 Knötchen.	+++
	Kuh 2. Sechsmal gekalbt. Corpus luteum $1,2 \times 2$ cm gross.	O	20–50	"	0	Keine deutliche Infiltrationszone.	+
		U	30–40	"	+++	"	—
	Kuh 6. Zehnmal gekalbt. Corpus luteum $1,8 \times 2,1$ cm gross.	O	30–50	Geschichtetes Plattenepithel.	++	Wenig ausgebildete Infiltrationszone mit 2 Knötchen.	+
		U	30–50	Geschichtetes Platten- und geschichtetes Zylinderepithel.	+++	Breite Infiltrationszone mit 6 Knötchen.	+++
	Kuh 11. Färse mit vollentwickeltem Corpus luteum.	O	15–60	Geschichtetes Zylinderepithel; geschichtetes Plattenepithel findet man nur im tarsalen Abschnitt der Konjunktiva.	+++	Begrenzte Infiltrationszone mit 3 Knötchen.	+++
	Kuh 20. Siebenmal gekalbt. Corpus luteum vollentwickelt.	O		Das Epithel ist im ganzen palpebralen Abschnitt dermassen mit Wanderzellen infiltriert, dass seine Struktur nicht zu unterscheiden ist.	0	Breite Infiltrationszone mit 7 Knötchen.	+++
		U		"	0	Begrenzte Infiltrationszone mit 10 Knötchen.	+++

Met- und Diöstrum	Kuh 21. Siebenmal gekalbt. Corpus lu- teum 2-3 Tage alt.	O	30-50	Geschichtetes Plattenepithel im tarsalen, geschichtetes Zylinderepithel im fornikalen Abschnitt.	+++	Wenig ausgebildete Infiltrationszone ohne Knötchen.	++
		U	20-50	"	+++	"	++
Trächtige Tiere	Kuh 5. Dreimal gekalbt. Fötus 38 cm lang.	O	30-50	Geschichtetes Plattenepithel.	+	Keine Infiltrationszone. Ein Lymphknötchen.	+
		U	15-50	Geschichtetes Platten- und geschichtetes Zylinderepithel.	+++	Breite Infiltrationszone mit 9 Knötchen.	++
	Kuh 7. Viermal ge- kalbt. Fötus 19 cm lang.	O		Tarsal und bulbär geschichtetes Plattenepithel, dazwischen geschichtetes Zylinderepithel.	+++	Sehr schmale (ca. 10 μ) Infiltrationszone ohne Knötchen.	+
		U	15-40	Das Epithel ist sehr dünn und dunkelgefärbt; tarsal platt, fornikal zylindrisch.	+	Sehr breite (bis 1 mm) Infiltrationszone mit 18 Sekundärknötchen.	+++
	Kuh 8. Siebenmal gekalbt. Fötus 2,5 cm lang.	O	30-50	Geschichtetes Plattenepithel.	+	Keine deutlich ausgebildete Infiltrationszone. Keine Knötchen.	+
		U	15-50	Geschichtetes Plattenepithel im tarsalen, geschichtetes Zylinderepithel im fornikalen Abschnitt.	++	Breite Infiltrationszone mit 5 Knötchen.	+++

*) Zahl der Schleimzellen: 0 - keine Schlz., + 1-10 Schlz., ++ 10-100 Schlz., +++ über 100 Schlz.

**) + die Zahl der Wanderzellen ist kleiner als die der Epithelzellen.

++ die Zahl der Wanderzellen ist grösser als die der Epithelzellen.

+++ das Epithel ist teilweise durch Wanderzellen ersetzt.

schrumpften Kernen besteht (Abb. 3). Kernteilungsfiguren sind in den beiden Plattenepithelformen äusserst selten; man findet in einem Schnitt nur 1—4 Mitosen, welche übrigens nicht nur in der basalen Zellreihe, sondern auch in den mittleren Schichten vorkommen. Eine deutliche Vermehrung der Kernteilungsfiguren ist im Konjunktivalepithel nie zu bemerken. Auch deshalb können wir keine bedeutenden Veränderungen hinsichtlich der Proliferationskraft des Epithels annehmen.

Wenn nun auch im Plattenepithel einige Schleimzellen anzutreffen sind, so ist das mehr als eine Ausnahme zu betrachten, denn den eigentlichen Fundort der Becherzellen bildet das Zylinderepithel. Auch diese Tatsache spricht indirekt gegen eine unmittelbare Umwandlungsmöglichkeit von Plattenepithel in Zylinderepithel oder umgekehrt. Die im Plattenepithel befindlichen Schleimzellen sind nicht immer an der Oberfläche gelagert, sondern befinden sich manchmal in den mittleren Epithelschichten.

Eine Infiltration des platten sowie des zylindrischen Konjunktivalepithels geschieht, im Gegensatz zum Vaginalepithel, fast ausschliesslich durch Lymphozyten (Rundzellen). Auch in den beigegefügtten Abbildungen sieht man keine polymorphkernigen Wanderzellen. Der Infiltrationsgrad ist sehr verschieden, aber doch ist das Konjunktivalepithel nie von rundkernigen Wanderzellen vollständig frei. Beim Rinde sowohl wie beim Schaf finden wir häufig in der Conjunctiva mobilis eine richtige Konjunktivaltonsille, aus einer breiten (bis zu 1 mm) Infiltrationszone mit zahlreichen Keimzentren (Sekundärknötchen) darin bestehend. An solchen Stellen ist das Epithel häufig vollständig durch Lymphozyten ersetzt (Abb. 6). Wir haben das Vorkommen solcher erodierter Stellen in der Tabelle mit +++ wiedergegeben. Die Lymphozyten befinden sich aber nicht nur in der Propria und im Konjunktivalepithel, sondern durchwandern das letztere. So sehen wir in der Abb. 4 einen Teil von Konjunktivalschleim mit zahlreichen rundkernigen Wanderzellen durchsetzt. In dem Vaginalausstrich findet man dagegen polymorphkernige Leukozyten. In dieser Hinsicht besteht ein durchgreifender Unterschied zwischen dem Konjunktival- und dem Vaginalausstrich der Kuh sowie des Schafes.

Wenige Fälle ausgenommen (oberes Lid der Kühe 5, 6, 18 und 25 und unteres Lid der Kühe 15 und 19), wo wir in

unseren aus der Mitte des Lides stammenden Präparaten nur geschichtetes Plattenepithel gefunden haben, wird dieses fornikal gewöhnlich durch Zylinderepithel ersetzt. Wie schon erwähnt, wird seine Grenze sehr variabel gefunden: manchmal beginnt es schon in der Region der Tarsaldrüsen, ein andermal findet man es erst nahe beim Fornix. Die untere Epithelgrenze ist hier wegen Fehlens eines Papillarkörpers eine geradlinige. Die Dicke des Zylinderepithels ist geringer als die des Plattenepithels (ca. 30 μ) und die Zahl der Zellschichten beträgt 2—5. Die oberflächlichsten Zellen sind kubisch (Abb. 4), zylindrisch oder manchmal, besonders in den Faltentälern, strichförmig; alle diese möglichen Gestalten der oberflächlichsten Zellen kann man in ein und demselben Präparat vorfinden.

Schleimzellen sind in dem Konjunktivalepithel während aller Phasen des Zyklus vorhanden, und ihr Fehlen in einigen wenigen Präparaten ist durch ihre ungleichmässige Verteilung zu erklären. Die Schleimzellen, deren Menge in der Conjunctiva fornicis am grössten ist, stehen im Zylinderepithel mit der Oberfläche in direkter Verbindung. Für die Rundzelleninfiltration gilt auch hier das oben Gesagte.

Da die Epitheldicke nur in bestimmten Grenzen variiert und diese Variabilität mit der Zyklusphase in keinem Zusammenhang steht, so ist es verständlich, dass wir im Konjunktivalepithel keine nennenswerte Zellenschuppung finden; nur ab und zu findet man einzelne losgelöste Zellen, welche dem Konjunktivalschleim beigemengt sind.

Das Schaf.

Wie anfangs erwähnt, behauptet Woloskow eine völlige Identität der zyklischen Veränderungen im Vaginal- und Konjunktivalausstrich vom Schaf. Die genannten Veränderungen selbst werden aber von ihm nicht beschrieben, weshalb wir hier mit den betreffenden Angaben anderer Autoren zu rechnen haben.

Nach Cole und Miller (1935) verdickt sich das Vaginal-epithel des Schafes, mit dem Proöstrum beginnend, bis ca. eine Woche nach der Brunst, wo die Epitheldicke sich wieder zu reduzieren beginnt. Leukozyten findet man im Diöstrum. Die

Tabellarische Angaben über die Struktur des Konjunktivalepithels beim Schaf.

Phase d. Östralzyklus	Material	Oberes (O) od. unteres (U) Lid	Dicke d. Epithels in μ	Gesamtbild des Epithels	Zahl der Schleimzellen	Die subepitheliale Infiltrationszone; Zahl der Lymphknötchen im Schnitt	Infiltrationsgrad d. Epithels m. Wandzellen
Östrum oder Anfang des Metöstrums	Schaf 12. Geschlachtet während der Brunstperiode. Das eine Ovarium enthält zweisprungreife Follikel.	O	40—60	Geschichtetes Plattenepithel, aus einer basalen dunkelgefärbten u. e. oberfl. helleren Schicht bestehend. Keine Verhornung d. oberfl. Zellen.	0	Eine schmale subepitheliale Infiltrationszone nur stellenweise. Keine Knötchen.	+
		U	30—50	Tarsal ist das Epithel wie oben; in d. Mitte geschichtetes Zylinderepithel, das fornikal wieder durch Plattenepithel ersetzt wird. Keine Verhornung.	++	Zwei Lymphozytenansammlungen mit 5 Lymphknötchen.	+++
	Schaf 14. Die Ovarien enthalten 2 frische (1—2 Tage alte) Corpora lutea.	O	30—50	Tarsal geschichtetes Plattenepithel, fornikal zylindrisches Epithel.	+++	Keine deutliche Infiltrationszone. Vier Lymphknötchen.	+++
Metöstrum	Schaf 4. Die Ovarien enthalten zwei maximal entwickelte Gelbkörper ($0,9 \times 1$ cm).	O	30—40	Geschichtetes Plattenepithel ohne Verhornung.	0	Keine Infiltrationszone. Keine Knötchen.	+
		U	30—50	Tarsal geschichtetes Plattenepithel, fornikal zylindrisches Epithel.	+++	Wenig ausgebildete Infiltrationszone; acht subepitheliale Lymphknötchen.	++
Trächtigkeit	Schaf 3. Trächtig. Fötus 5,8 cm lang.	O	20—60	Geschichtetes Plattenepithel ohne Verhornung.	0	In d. Mitte zwischen Tarsus und Fornix eine sehr breite Infiltrationszone (ca. 1 mm) mit 19 Lymphknötchen.	+++
		U	ca. 50	"	0	In der Conj. mobilis eine breite Infiltrationszone mit 9 Lymphknötchen.	+++
	Schaf 16. Trächtig. Fötus 33 cm lang.	O	20—60	"	++	Sehr schmale subepitheliale Infiltrationszone. Keine Lymphknötchen.	+
		U	30—60	Tarsal und fornikal geschichtetes Plattenepithel, in der Mitte zylindrisches Epithel. Keine Verhornung.	+++	Unregelmässige Infiltrationszone mit 4 Lymphknötchen.	+++

Schleimmenge ist während des Proöstrums und zu Anfang der Brunst am grössten. Nach den Angaben von Polowzewa und Fomenko (1933) fehlen die Leukozyten im Vaginalausstrich während des Proöstrums und im Östrum. Die gewöhnlichen Epithelzellen verschwinden aus dem Ausstrich während der Brunst und werden zu gleicher Zeit durch Epithelschollen ersetzt.

Im Konjunktivalepithel des Schafes lassen sich aber solche Veränderungen nicht nachweisen.

Das Konjunktivalepithel des Schafes besteht, gleich dem der Kuh, tarsal meist aus abgeplatteten und fornikal aus zylindrischen Zellen. Die Epitheldicke ist fast in allen Präparaten sehr variierend, aber im allgemeinen im tarsalen Abschnitt (geschichtetes Plattenepithel) grösser. Bis zu einem gewissen Grade hängt die Epitheldicke auch davon ab, ob wir sie auf den Schleimhautfalten oder in den Tälern bestimmen. Das geschichtete Plattenepithel misst ca. $50\ \mu$ und das geschichtete Zylinderepithel ca. $30\ \mu$. Es besteht keinerlei Zusammenhang zwischen der Epitheldicke und dem Östralzyklus. Verhornte Epithelzellen findet man nie; auch irgendwelche andere Veränderungen, welche sich mit dem Östralzyklus in Verbindung bringen liessen, sind nicht zu konstatieren. Im übrigen ist das Epithelbild, ebenso wie bei der Kuh, sehr variierend. Schleimzellen sind fast bei allen Tieren zu finden, und eine Rundzelleninfiltration fehlt nie. Auch in dieser Hinsicht ist das Bild beim Schaf dem beim Rinde weitgehend ähnlich. Polymorphkernige Leukozyten, welche im Vaginalausstrich im Diöstrum auftreten, sind hier im Epithel nur ausnahmsweise zu finden.

Zusammenfassung.

1. Die Bindehaut (*Conjunctiva*) des Rindes und des Schafes wird tarsal von geschichtetem Plattenepithel und fornikal von geschichtetem Zylinderepithel bedeckt.
2. Das Konjunktivalepithel beider Tierarten wird nie von einer verhornten Zellschicht bedeckt.
3. Schleimzellen lassen sich fast immer nachweisen, und eine Lymphozyteninfiltration des Epithels fehlt nie.
4. Mitosen sind im Konjunktivalepithel nur ausnahmsweise nachweisbar.

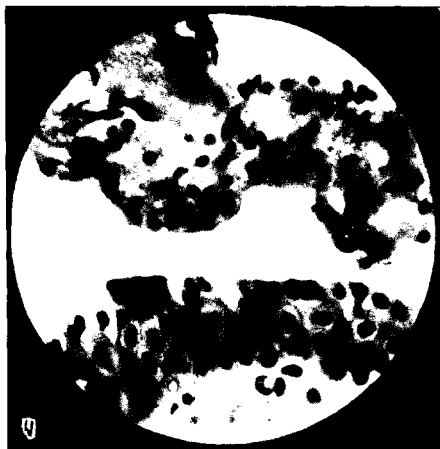
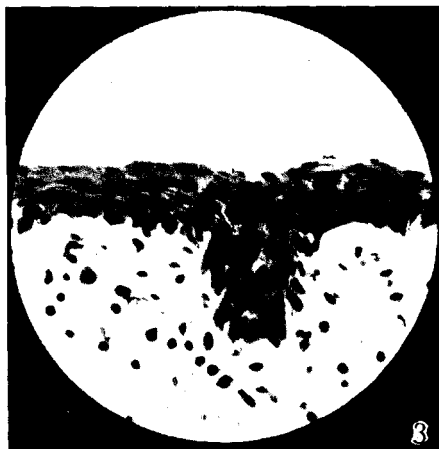
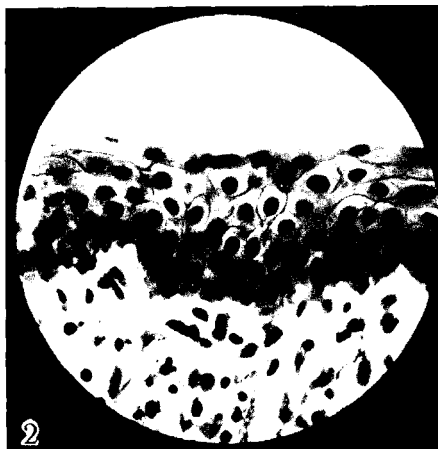
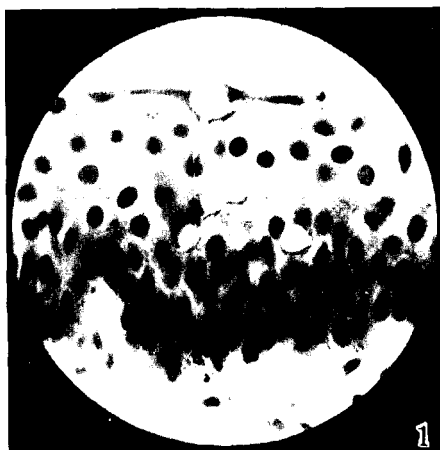
5. Die Dicke und Struktur des Konjunktivalepithels, die Zahl der Schleimzellen und der Kernteilungsfiguren sowie der Infiltrationsgrad des Epithels stehen beim Rind und beim Schaf in keinem nachweisbaren Zusammenhang mit dem Östralzyklus der betreffenden Tiere.

Erwähnte Literatur.

- Butcher, Earl O. (1934): The hair cycles in the albino rat. *Anat. Rec.* vol. 61.
- Cole, H. H. und Miller, R. F. (1935): Changes in the reproductive organs of the ewe with some data bearing on their control. *Amer. J. Anat.* vol. 57.
- Hammond, J. (1927): The physiology of reproduction in the cow. Cambridge, University Press.
- Kreiker, A. (1935): Über die Struktur des menschlichen Bindehautepithels. *Graefe's Arch. f. Ophthalmol.* Bd. 134.
- Milowanow, W. K. (1936): Искусственное осеменение сельскохозяйственных животных. *Сельхозгиз.* (Künstliche Besamung der Haustiere.)
- Polowzowa, W. und Fomenko, M. (1933): Определение момента овуляции у овец по методу вагинальных мазков. *Пробл. животноводства* Nr. 5. (Bestimmung des Ovulationsmoments bei Schafen nach der Vaginaausstrichmethode.)
- Woloskow, P. A. (1936): Охота у кобыл и методы определения овуляции. *Коневодство* Nr. 10. (Brunst bei Stuten und Methoden zur Bestimmung der Ovulation.)
- Zietzschmann, O. (1906): Das Sehorgan. *Ellenberger's Handbuch der vergl. mikr. Anatomie der Haustiere* Bd. I.

Erklärung der Abbildungen.

1. Epithel aus der Übergangszone. Kuh 11, Palp. sup. Vergr. 350.
2. Geschichtetes Plattenepithel mit deutlicher Schichtung. Kuh 19, Palp. inf. Vergr. 350.
3. Geschichtetes Plattenepithel aus plasmaarmen stark gefärbten Zellen bestehend. Kuh 18, Palp. inf. Vergr. 350.
4. Geschichtetes kubisches Epithel und Konjunktivalschleim mit zahlreichen lymphozytären Wanderzellen. Kuh 11, Palp. sup. Vergr. 350.
5. Geschichtetes Zylinderepithel mit Schleimzellen. Kuh 11, Palp. sup. Vergr. 350.
6. Durch Rundzellen ersetztes Konjunktivalepithel aus der Nähe eines Lymphknötchens. Kuh 17, Palp. inf. Vergr. 350.



**ÜBER DAS PROBLEM DER MESSUNG
DER STÖRUNG BEI STATISTISCHEN REIHEN MIT
ANWENDUNG AUF DIE KLIMATOLOGIE**

VON

AARNE KÄRSNA

TARTU 1938

§ 1. Einleitung.

1. In einer meiner früheren Arbeiten¹⁾ habe ich auf Grund klimatologischer Beobachtungen empirisch gezeigt, dass der Charliersche Störungskoeffizient zur Messung der Störung bei statistischen Reihen nicht immer anwendbar ist, denn er führt manchmal zu solchen Resultaten, die dem intuitiven Denken widersprechen und sich nicht physikalisch begründen lassen.

Um festzustellen, ob eine solche Annahme auf (durch das Beobachtungsmaterial bedingtem) Zufall beruhe oder ob dem Charlierschen Störungskoeffizienten ein prinzipieller Fehler innewohne, ist in der folgenden Arbeit das Problem der Messung der Störung bei statistischen Reihen theoretisch untersucht worden, wobei die Berechtigung des Zweifels am Charlierschen Störungskoeffizienten seine Bestätigung gefunden hat.

2. Wenn die Wahrscheinlichkeit des Erscheinens eines Merkmals sich von einem Kollektiv zum anderen ändert (jedes Kollektiv bestehe aus s Elementen), so bilden die entsprechenden Häufigkeitszahlen m_1, m_2, \dots, m_n eine Lexissche Reihe. Bezeichnen wir die veränderlichen Wahrscheinlichkeiten mit p_1, p_2, \dots, p_n und deren arithmetisches Mittel mit

$$p_o = \frac{p_1 + p_2 + \dots + p_n}{n},$$

so beträgt bei der Lexisschen Reihe die mittlere Häufigkeitszahl

$$m_o = sp_o$$

¹⁾ „Ühemodaalsete sageduskõverate süsteemist Lexise ridade puhul ühes rakendusnäidetega klimatoloogias“, Tartu 1936.

Diese Arbeit ist nicht gedruckt. Die Handschrift ist in der Bibliothek der Universität Tartu deponiert.

und das Streuungsmass

$$(1) \quad \sigma_L = \sqrt{sp_o(1-p_o) + \frac{s^2-s}{n} \sum_{i=1}^n (p_i - p_o)^2}.$$

Die Grösse $sp_o(1-p_o)$ ist das Quadrat des Streuungsmasses bei der Bernoullischen Reihe, wenn das Merkmal in jedem Kollektiv mit der Wahrscheinlichkeit p_o erscheint. Damit ist

$$(2) \quad sp_o(1-p_o) = \sigma_B^2.$$

Bei der Wahrscheinlichkeit p_o ist die mittlere Häufigkeitszahl sp_o und bei der Wahrscheinlichkeit p_i ist sie sp_i . Verändert sich die Wahrscheinlichkeit von p_o auf p_i , so beträgt die hiervon abhängige Veränderung der mittleren Häufigkeitszahl

$$s(p_i - p_o).$$

Das quadratische Mittel bei n Kollektiven ist

$$(3) \quad \sqrt{\frac{s^2}{n} \sum_{i=1}^n (p_i - p_o)^2},$$

was wir mit δ bezeichnen und die **Störungsstreuung** nennen.

Setzen wir die entsprechenden Ausdrücke von (2) und 3) in die Formel (1) ein, so erhalten wir

$$(4) \quad \sigma_L^2 = \sigma_B^2 + (1 - \frac{1}{s})\delta^2.$$

Die Grösse $(1 - \frac{1}{s})$ können wir gleich eins annehmen, denn der relative Fehler $\frac{1}{s}$ beeinflusst σ_L weniger als der von der Zahl der Kollektive n abhängige mittlere Fehler von σ_L ¹⁾.

1) Bei n Kollektiven ist der relative Fehler von σ_L gleich $\frac{1}{\sqrt{2n}}$ oder der relative Fehler von σ_L^2 ist

$$\sim \frac{2}{\sqrt{2n}}.$$

$$\text{Wenn } \frac{2}{\sqrt{2n}} < \frac{1}{s}, \text{ dann ist}$$

$$n > 2s^2.$$

Die letztgegebene Bedingung wird praktisch niemals erfüllt. Sogar bei einem sehr kleinen Kollektiv, z. B. bei $s = 50$, müssten wir den Versuch mindestens 5000 Mal wiederholen, bevor wir mit der weggelassenen Grösse $\frac{1}{s}$ zu rechnen hätten. Bei $s = 1000$ muss $n > 2000000$ sein.

Das Gesagte in Betracht ziehend, können wir auf Grund der Formel (4) schreiben

$$(5) \quad \sigma_L^2 = \sigma_B^2 + \delta^2.$$

Aus letzterer Formel können wir die Störungsstreuung

$$(6) \quad \delta = \sqrt{\sigma_L^2 - \sigma_B^2}$$

bestimmen, in der Form, in welcher sie oft gebraucht wird.

Messen wir die Störungsstreuung in Beziehung zum Kollektivumfang, so erhalten wir

$$(7) \quad \frac{\delta}{s} = \frac{\sqrt{\sigma_L^2 - \sigma_B^2}}{s} = \xi,$$

welchen Wert wir die **mittlere Störung** der Lexisschen Reihe nennen und mit ξ bezeichnen.

3. Wenn bei mancher statistischen Reihe eine von Null abweichende mittlere Störung bemerkbar ist, so weist das auf ein Auftreten äusserer Einflüsse hin. Schätzt man die Grösse der äusseren Einflüsse ab, so scheint es natürlich, sie proportional der mittleren Störung anzunehmen. Wird z. B. die regelmässige Häufigkeit der Geburten von Jahr zu Jahr durch Kriege, Krisen, politische Veränderungen usw. gestört, so wird, je grösser diese Veränderungen sind, desto grösser auch die mittlere Störung der entsprechenden Reihe sein. Die Grösse der mittleren Störung kann man als einen Indikator bezeichnen, der die Gesamtsumme der äusseren Einflüsse darstellt. Die genannten äusseren Einflüsse sind direkt nicht messbar, denn der Einfluss der Kriege ist z. B. nicht mit dem Einfluss der Propaganda vergleichbar usw. Die Bedeutung dieser Faktoren bei der Beeinflussung regelmässiger Erscheinungen kann nur auf Grund der Grösse der mittleren Störung geschätzt werden.

Das Problem ist aber in seiner Realität komplizierter. Die statistischen Beobachtungen zeigen, dass die mittlere Störung und die relative Häufigkeit der Erscheinung (die Wahrscheinlichkeit) miteinander korrelativ verbunden sind, wobei $r > 0$ ist (r ist der Korrelationskoeffizient), d. h. grössere relative Häufigkeiten weisen meistens eine grössere mittlere Störung auf als kleinere relative Häufigkeiten. Nun könnte man ja denken, dass man bei Erscheinungen mit grossen

relativen Häufigkeiten nur zufällig grosse Störungen antreffe; aber erstens wäre solch ein oft auftretendes Zusammenfallen, wenn es nur auf Zufall beruhen sollte, nicht wahrscheinlich, und zweitens kann man theoretisch solche Beispiele anführen, aus denen klar hervorgeht, dass kleine relative Häufigkeiten unter gleichen Bedingungen kleinere Störungen aufweisen als entsprechende grosse.

4. Zur normalen Messung der Störung wird von Charlier der sogenannte Störungskoeffizient in folgender Form benutzt:

$$(8) \quad C = \frac{\delta}{m_0} = \frac{\sqrt{\sigma_L^2 - \sigma_B^2}}{m_0},$$

wo die Buchstaben die obengenannten Bedeutungen haben.

Bei konstantem Kollektivumfang ($s = \text{const.}$) wächst m_0 proportional der relativen Häufigkeit, und daraus folgt, dass der Charliersche Koeffizient den grösseren relativen Häufigkeiten auch die grössere Störungsstreuung zuschreibt, wobei letztere proportional der relativen Häufigkeit wächst.

Ein solcher Koeffizient scheint anfänglich zu genügen, denn er wird als Variationsfaktor¹⁾ beim Bestimmen der Stabilität der Grössen sehr oft benutzt (z. B. in der Anthropologie). Doch ist ohne weiteres inhaltlich nicht klar, warum die Störungsstreuung bei konstanten Störungsursachen proportional der relativen Häufigkeit wächst, denn das Wachsen könnte doch auch nach anderen Gesetzen vor sich gehen. Charlier führt aber eine Reihe von Beispielen an, die das Gesagte empirisch ganz glaubhaft machen. So bringt er ein Beispiel über die Geburten in Schweden. Die Störungsstreuung bei der Zahl der Gesamtgeburten ist viel grösser als bei Zwillingsgeburten. Es ist begreiflich, dass alle Einflüsse, die auf die Gesamtgeburten wirken, auch auf die Zwillingsgeburten wirken müssen, bei letzteren können aber einige spezielle Einflüsse noch hinzukommen. Benutzt man den Variationsfaktor zur Messung der Störung, so ergibt sich, dass die Variationsfaktoren in beiden Fällen gleich gross sind. Die Gesamtgeburten bringen also durch ihre grössere relative Häufigkeit von selbst die grössere Störungsstreuung mit sich.

¹⁾ Unter dem Variationsfaktor versteht man in der Statistik im allgemeinen das Verhältnis der Streuung zur mittleren Grösse.

In der vorliegenden Arbeit ist die genannte Frage näher erforscht worden, wobei versucht wurde, für die Messung der Störung einige annehmbare Grundlagen zu finden. Die Ergebnisse führen uns nun recht weit vom Charlierschen Faktor ab, dieser wird aber dennoch nicht unbrauchbar, sondern bildet nur einen Spezialfall.

§ 2. Die Abhängigkeit der Störungsstreuung von der relativen Häufigkeit.

1. Betrachten wir in einem Kollektiv (die Zahl der Elemente sei s) zwei Merkmale, die voneinander unabhängig sind, d. h. bei denen es kein Element gibt, welches beide Merkmale besitzt (z. B. eine Temperatur von 5 bis 6 und eine von 6 bis 7 Grad). Nehmen wir nun als neues Merkmal die Summe der vorigen Merkmale (im genannten Beispiel — die Temperaturen von 5 bis 7 Grad). Die relative Häufigkeit des neuen Merkmals ist gleich der Summe der relativen Häufigkeiten der einzelnen Merkmale. Was aber geschieht mit der Streuung bei der neuen Häufigkeit?

Nehmen wir als den Kollektivumfang s und als die mittleren Häufigkeiten beider Merkmale m_1 und m_2 an und bezeichnen wir die relativen Häufigkeiten

$$\frac{m_1}{s} = p_1 \text{ und } \frac{m_2}{s} = p_2.$$

Die Störungsstreuungen für beide Klassen seien δ_1 und δ_2 , die aus den allgemeinen Streuungsmassen σ_1 bzw. σ_2 in folgender Weise abgeleitet werden können:

$$(9) \quad \delta_1 = \sqrt{\sigma_1^2 - s p_1 (1 - p_1)} \quad \text{und}$$

$$\delta_2 = \sqrt{\sigma_2^2 - s p_2 (1 - p_2)}.$$

Betrachten wir nun, wie sich die ganze Erscheinung bei Gültigkeit des Charlierschen Prinzips entwickelt.

Der Charliersche Faktor ist

$$C_1 = \frac{\delta_1}{m_1} \text{ und } C_2 = \frac{\delta_2}{m_2}.$$

Zur Vereinfachung der Untersuchung wählen wir die beiden Häufigkeiten und Störungsstreuungen gleich gross, d. h.

$$m_1 = m_2 \quad \text{und}$$

$$\delta_1 = \delta_2.$$

Dadurch ist auch

$$C_1 = C_2.$$

Wenn zwei Erscheinungen in gleichem Masse gestört werden, ist es selbstverständlich, dass auch die Störung der neuen, durch Zusammenfassung der Einzelerrscheinungen entstandenen Erscheinung ebenso gross sein wird (diese Folgerung legt auch Charlier seiner Ausführung zugrunde, wenn er die Störungsstreuung von Zwillingsgeburten und Nichtzwillingsgeburten mit derjenigen der Gesamtgeburten vergleicht).

Die Häufigkeit des Auftretens der neuen Erscheinung ist

$$m_1 + m_2 = 2 m_1.$$

Die ihr zugehörige Störungsstreuung bezeichnen wir mit δ . Nach dem Vorhergesagten ist

$$(10) \quad \frac{\delta}{2m_1} = C_1 = \frac{\delta_1}{m_1},$$

woraus

$$(11) \quad \delta = 2\delta_1.$$

Das bedeutet: damit der Charliersche Faktor gelte, müssen beim Zusammenfassen der Häufigkeiten auch die Störungsstreuungen sich addieren. Ist das immer so? Die Antwort braucht nicht weit gesucht zu werden, denn man kann ohne weiteres sagen, dass die obengenannte Bedingung nur im speziellen Falle gilt. Dieses kann auf folgende Weise erklärt werden.

Das Auftreten der Störungen in den beiden Erscheinungen ist immer miteinander korrelativ verbunden, was daraus folgt, dass die Lexissche Reihe der Häufigkeitszahlen, deren arithmetisches Mittel m_1 ist, mit der Reihe, deren mittlere Häufigkeitszahl m_2 ist, korrelativ verbunden ist. Wenn eine solche Beziehung fehlt, so sagt man: der Korrelationskoeffizient sei gleich Null. Darum können wir auf Grund der Korrelationstheorie schreiben

$$(12) \quad \delta^2 = \delta_1^2 + \delta_2^2 + 2r \delta_1 \delta_2,$$

wo r den Korrelationskoeffizienten zwischen den Störungen bedeutet.

In unserem Falle ist

$$(13) \quad \begin{aligned} \delta_1 &= \delta_2 \text{ und} \\ \delta^2 &= 2\delta_1^2 + 2r \delta_1^2 = \\ &= 2\delta_1^2 (1 + r). \end{aligned}$$

Damit der Charliersche Faktor gelte, muss nach (11)

$$(14) \quad \delta^2 = 4\delta_1^2.$$

Wir setzen den Ausdruck für δ^2 in (13) ein und erhalten

$$4\delta_1^2 = 2\delta_1^2 (1 + r),$$

wo

$$(15) \quad r = 1.$$

Dieses bedeutet, dass der Charliersche Faktor nur dann gilt, wenn die Störungen in absoluter und positiver Korrelation stehen.

2. Entwickeln wir denselben Gedankengang weiter, so bekommen wir bei mehreren Erscheinungen dasselbe Resultat. Es sei

$$p_1 = p_2 = \dots p_k$$

und damit

$$m_1 = m_2 = \dots m_k.$$

Wenn die Merkmale voneinander unabhängig sind, bekommen wir beim Addieren der Merkmale in obengenannter Weise

$$\begin{aligned} m &= m_1 + m_2 + \dots m_k = \\ &= km_1. \end{aligned}$$

Bezeichnen wir die Störungstreuungen entsprechend mit

$$\delta_1 = \delta_2 = \dots \delta_k,$$

dann muss, falls die Störungen absolut positiv miteinander in Korrelation stehen,

sein. Fassen wir die beiden Erscheinungen zusammen, so bekommen wir

$$\begin{aligned} m &= m_1 + m_2 = \\ &= m_1 (1 + n) \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} (18) \quad \delta^2 &= \delta_1^2 + \delta_2^2 + 2r \delta_1 \delta_2 = \\ &= \delta_1^2 + n^2 \delta_1^2 + 2n \delta_1^2 = \\ &= \delta_1^2 (1 + n)^2. \end{aligned}$$

Hier ist

$$\delta = \delta_1 (1 + n).$$

Daraus folgt

$$(19) \quad C = \frac{\delta}{m} = \frac{\delta_1 (1 + n)}{m_1 (1 + n)} = C_1.$$

Aus allem Dargelegten ist zu ersehen, dass bei absoluter Korrelation der Störungen der einzelnen Erscheinungen, sowie bei Gleichheit ihres Charlierschen Faktors die aus den Einzelercheinungen zusammengesetzten neuen Erscheinungen denselben Charlierschen Faktor aufweisen.

Da in den von Charlier angeführten Beispielen die beiden Erscheinungen miteinander fast absolut korrelativ verbunden waren, so musste auch der Störungskoeffizient bei den Gesamt- und Zwillingsgeburten dieselbe Grösse besitzen. Praktisch können aber Erscheinungen mit verschiedenen Korrelationskoeffizienten vorkommen, wodurch das ganze Problem viel komplizierter wird.

3. Nehmen wir nochmals zwei Erscheinungen mit gleichen Häufigkeiten und Störungsstreuungen, so erhalten wir nach (13)

$$\delta^2 = 2\delta_1^2 (1 + r).$$

Im Falle $r = 0$ ist (die Störungen sind voneinander unabhängig), erhalten wir

$$\delta^2 = 2\delta_1^2 \quad \text{und}$$

$$(20) \quad C = \frac{\sqrt{2}\delta_1}{2m_1} = \frac{C_1}{\sqrt{2}}.$$

Aus letzterem ersehen wir, dass die Störung dieselbegeblieben, die Störungsstreuung gewachsen ist, dagegen weist aber der Charliersche Faktor auf eine Verminderung der Störung hin.

Im Falle $r = -1$ ist (die Störungen stehen in negativer Korrelation), bekommen wir

$$\delta^2 = 0$$

und

$$(21) \quad C = 0.$$

In diesem Falle gibt es keine Störungstreue und damit auch keine Störung, was man auch aus dem Charlierschen Faktor ersieht.

Wenn wir eine Erscheinung finden, deren Störungstreue gleich Null ist, sind wir niemals sicher, ob diese Erscheinung sich nicht auf irgendeine Weise so in zwei andere zerlegen lasse, dass diesen letzteren Störungstreuungen eignen, welche in negativer Korrelation stehen. In solchen Fällen können nach Charlier die Partialerscheinungen grosse Störungstreuungen und auch einen grossen Störungskoeffizienten aufweisen. Es wird aber der Sinn des Störungskoeffizienten fraglich, denn während bei einer Gruppierung die grossen Störungen verschwinden, können sie bei andersartigen Gruppierungen neu hervorkommen.

Die Grösse des Charlierschen Faktors, welcher beim Zusammenfassen zweier Erscheinungen mit gleicher relativer Häufigkeit und gleicher Störungstreue entsteht, ist

$$(22) \quad C = \frac{\delta_1}{m_1} \sqrt{\frac{1+r}{2}} = \\ = C_1 \sqrt{\frac{1+r}{2}}.$$

Diese Formel erhalten wir, wenn wir den Wert für δ aus (12) in das Verhältnis $\frac{\delta}{m}$ einsetzen.

Während der Faktor $\sqrt{\frac{1+r}{2}}$ einen Wert, der zwischen 0 und 1 liegt, haben kann, ändert sich C in den Grenzen zwischen 0 und C_1 und es braucht keineswegs immer $C = C_1$ zu sein.

Betrachten wir ferner den allgemeinen Fall, in dem

$$(23) \quad m_2 = km_1$$

ist (früher war $m_1 = m_2$).

Wir nehmen den gleichen Charlierschen Faktor für beide Erscheinungen an. Somit ist

$$(24) \quad C_1 = \frac{\delta_1}{m_1} = C_2 = \frac{\delta_2}{m_2}.$$

Aus letzterem folgt:

$$\delta_1 = C_1 m_1$$

und

$$\delta_2 = C_1 m_2.$$

Fassen wir die Klassen mit den Häufigkeiten m_1 und m_2 zusammen, so erhalten wir die Häufigkeit der neuen Klasse

$$(25) \quad m = m_1 + m_2$$

und die zugehörige Störungstreue

$$(26) \quad \begin{aligned} \delta &= \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + 2r \delta_1 \delta_2} = \\ &= C \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + 2r m_1 m_2}. \end{aligned}$$

Berechnen wir den Charlierschen Faktor der neuen Klasse, so erhalten wir

$$(27) \quad \begin{aligned} C &= \frac{\delta}{m} = C_1 \sqrt{\frac{m_1^2 + m_2^2 + 2r m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2}} = \\ &= C_1 \sqrt{1 - \frac{2m_1 m_2 (1-r)}{(m_1 + m_2)^2}}. \end{aligned}$$

Setzen wir statt m_2 seinen Wert km_1 aus (23) ein, so ist

$$(28) \quad C = C_1 \sqrt{1 - \frac{2k(1-r)}{(1+k)^2}}.$$

Hieraus ist zu ersehen: wenn $r=1$, so ist $C=C_1$, d. h. der Charliersche Faktor bleibt derselbe. In jedem anderen Falle ist $C < C_1$, und bei $k=1$ und $r=-1$ ist $C=0$.

Hier bleibt, wie auch im vorigen Falle, C immer zwischen 0 und 1.

Um zu untersuchen, welche Werte C bei verschiedenen Werten von k und r annimmt, schreiben wir

$$(29) \quad \frac{C}{C_1} = \mu = \sqrt{1 - \frac{2k(1-r)}{(1+k)^2}}$$

und stellen ein Nomogramm her (Fig. 1), in dem die Grössen k und r auf den Koordinatenachsen abgetragen werden.

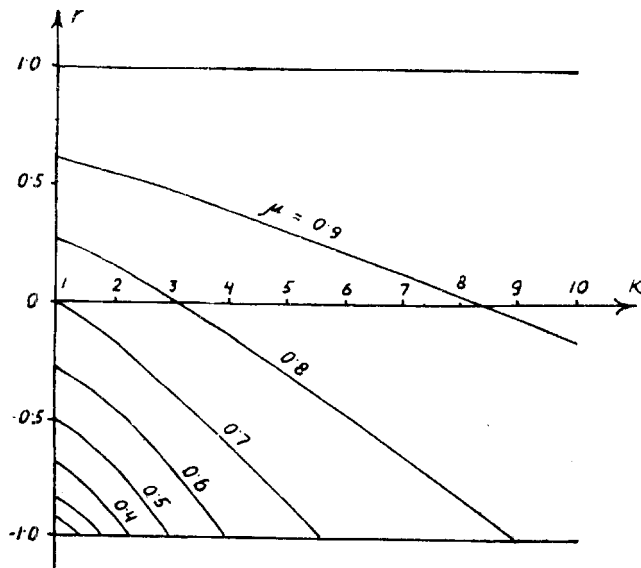


Fig. 1.

Aus dem Nomogramm ersehen wir, dass in einem Streifen für die am häufigsten vorkommenden r -Werte ($-0.5 \leq r \leq 0.5$) μ die Werte von 0.5 bis 0.9, durchschnittlich den Wert von 0.8 hat. Der Umstand, dass dieser Wert der Eins genügend nahe kommt, hat oft dazu geführt, den Charlischen Faktor als zweckmässig zu gebrauchen.

Weiter können wir, wenn wir gewisse Annahmen über r und k vorangehen lassen, Schlüsse über die Häufigkeit der Grösse μ ziehen. Der Korrelationskoeffizient r kann in den Grenzen -1 und $+1$ vorkommen, k kann aber theoretisch zwischen 1 und ∞ liegen. Praktisch kommt jedoch das Zusammenfassen der Klassen nur bei nicht allzugrossen k -Werten in Frage. Gewöhnlich ändert sich k zwischen 1 und 5 bis 6, selten bis 10.

Setzen wir nun voraus, dass der Korrelationskoeffizient r zwischen -1 und 1 , und k zwischen 1 und 10 mit konstanten

Häufigkeiten liegen. Dann geben die Grössen der Flächen zwischen den Nomogrammkurven jene Häufigkeiten an, die jeder μ -Klasse entsprechen. Um sich über diese Häufigkeitsverteilung ein Bild zu verschaffen, schreiben wir die Gleichung (29) in folgender Form:

$$(30) \quad r = 1 - (1 - \mu^2) \frac{(1 + k)^2}{2k}.$$

Zum Berechnen der Grösse der Flächen müssen erst die Schnittpunkte der Kurven mit der Geraden

$$r = -1$$

bestimmt werden. Setzen wir $r = -1$ in (30) ein und erhalten wir daraus für jedes μ das ihm entsprechende k_μ . Die folgende Tabelle (Tab. 1) enthält die entsprechenden Werte der genannten Grössen (die Zeilen μ und k_μ). Darauf berechnen wir die Fläche, die von den Geraden $k = 1$, $k = 10$, $r = -1$ und von einer Nomogrammkurve begrenzt ist. Falls die Nomogrammkurve die Gerade $r = -1$ in einem Punkte schneidet, für den $k < 10$, so muss die zu berechnende Fläche nur bis zu diesem Schnittpunkte genommen werden. Eine solche Fläche ist durch folgende Formel bestimmt:

$$(31) \quad Q_\mu = \int_1^k \left\{ 2 - (1 - \mu^2) \frac{(1 + k)^2}{2k} \right\} dk.$$

In der folgenden Tabelle sind für jedes μ die entsprechenden Q -Werte berechnet, wobei k die obere Grenze des Integrals bedeutet.

Tab. 1.

μ	k_μ	k	Q_μ	ΔQ	$p\%$
1.0	∞	10.00	18.00	6.63	36.9
0.9	19.00	10.00	11.37	5.83	32.4
0.8	9.00	9.00	5.54	3.00	16.7
0.7	5.67	5.67	2.54	1.30	7.2
0.6	4.00	4.00	1.24	0.65	3.6
0.5	3.00	3.00	0.59	0.33	1.8
0.4	2.33	2.33	0.26	0.17	0.9
0.3	1.86	1.86	0.09	0.06	0.3
0.2	1.50	1.50	0.03	0.03	0.2
0.1	1.25	1.25	0.00	0.00	0.0
0.0	1.00	1.00	0.00		

In der Zeile ΔQ sind die Areale zwischen den Flächen Q gegeben und diese sind somit proportional den Wahrscheinlichkeiten für jedes μ -Intervall. Die genannten Wahrscheinlichkeiten sind in der letzten Zeile, $p\%$, in Prozenten angegeben.

Fig. 2 stellt die entsprechende Häufigkeitsverteilung dar. Aus ihr ist zu ersehen, dass die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Klassen mit höheren μ -Werten sehr gross ist.

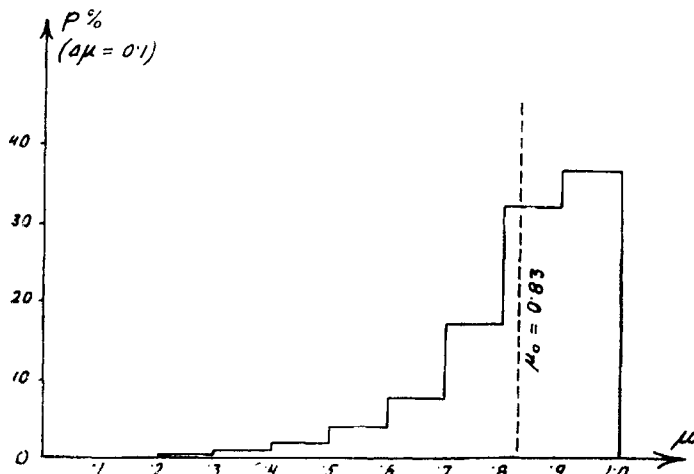


Fig. 2.

Das arithmetische Mittel der μ -Werte ist auf Grund dieser Häufigkeitsverteilung

$$\mu_0 = 0.83.$$

Wenn wir unser Nomogramm auch für k -Werte, die grösser als 10 sind, erweitern (in unserem Beispiel war $k=10$), dann wachsen die Wahrscheinlichkeiten der höheren μ -Werte und wächst somit auch das Mittel, und wenn wir dagegen die obere Grenze von k niedriger nehmen, tritt das Entgegengesetzte ein.

Im Falle, wo $k=1$ ist, bekommen wir aus (30)

$$(32) \quad r = 2\mu^2 - 1.$$

Wenn die Korrelationskoeffizienten im Intervall $-1 \leq r \leq 1$ mit konstanter Häufigkeit auftreten, so ermöglicht die letzte Gleichung analog dem oben Gesagten die Häufigkeiten für jede μ -Klasse zu bestimmen, die in der folgenden Tabelle (Tab. 2) in Prozenten, $p\%$, gegeben sind (relative Häufigkeit).

Tab. 2.

μ	r	$p\%$	μ	r	$p\%$
1.0	1.000	19.0	0.5	-0.500	9.0
0.9	0.620	17.0	0.4	-0.680	7.0
0.8	0.280	15.0	0.3	-0.820	5.0
0.7	-0.020	13.0	0.2	-0.920	3.0
0.6	-0.280	11.0	0.1	-0.980	1.0
			0.0	-1.000	

Fig. 3 stellt die entsprechende Häufigkeitsverteilung dar.

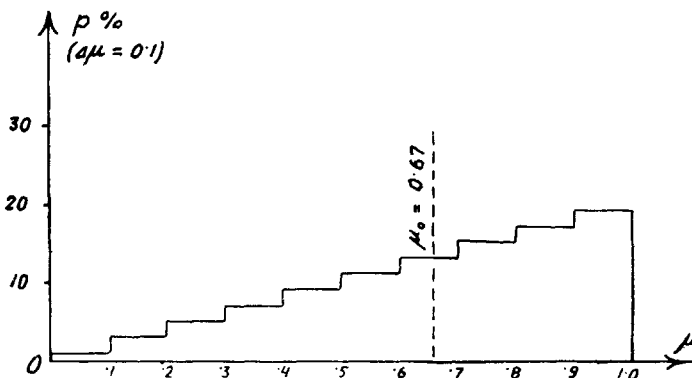


Fig. 3.

Das arithmetische Mittel ist $\mu_0 = 0.67$, was auch aus der Formel (32) leicht abzuleiten ist ¹⁾.

¹⁾ Die gesuchte Häufigkeit für jede μ -Klasse $d\mu$ ist proportional der entsprechenden Grösse dr . Die Wahrscheinlichkeitskurve ist somit durch die Ableitung von r gegeben. Es ist

$$p = a \frac{dr}{d\mu} = 4a\mu.$$

Da $\int_0^1 4a\mu d\mu = 1$ ist, finden wir, dass $a = 1/2$ ist. Das arithmetische Mittel beträgt nach der bekannten Formel

$$\mu_0 = \frac{\int_0^1 2\mu^2 d\mu}{\int_0^1 2\mu d\mu} = 2/3.$$

Aus der Figur ist zu ersehen, dass, wenn $k=1$ ist, auch die kleineren μ -Werte genügend stark mitsprechen, aber mit dem Wachsen der Grösse k wird der Einfluss der kleineren μ -Werte vermindert. Diese Tatsache erlaubt bei vielen Erscheinungen, bei denen k genügend gross ist, den Charlierschen Störungskoeffizienten mit genügendem Erfolg zu verwenden.

4. Aus dem Obengesagten folgt, dass in Fällen, wo die Partialerscheinungen nicht den Korrelationskoeffizienten $r=1$ haben, der Charliersche Koeffizient unbefriedigend ist, weil er die Störung mit einem veränderlichen Mass schätzt. Beim Zusammenfassen der Klassen wird der Charliersche Koeffizient immer kleiner und dieses hat zur Folge, dass bei einer grösseren Anzahl von Kollektiven die grossen Häufigkeiten nach dem Charlierschen Mass stets kleinere Störungskoeffizienten aufweisen als die kleinen.

Da r sich zwischen -1 und 1 ändern kann, erscheint es zweckmässig, einen derartigen Störungskoeffizienten zu finden, der für den Fall, dass der Korrelationskoeffizient gleich Null wäre, bei verschiedenartigen Gruppierungen der Klassen die Störungen ohne Entstellung wiederzugeben vermöchte.

Dann wären möglicherweise im Falle verschiedener r -Werte die vorkommenden Fehler kleiner. Für $r > 0$ nimmt beim Zusammenfassen der Klassen die Störung zu und für $r < 0$ nimmt sie ab.

Ein solcher Zustand scheint auch natürlich zu sein, denn jene Einflüsse, welche die positive Korrelation verursachen, vergrössern auch die Störungsstreuung. Zur Addition der Störungen auf natürlichem Wege sind somit noch spezielle Einflüsse hinzugekommen, welche die Störungsstreuung noch vergrössern müssen. Bei negativer Korrelation kommen ebenfalls derartige Einflüsse hinzu, die die normale Summe der Störungen vermindern.

Auf Grund solcher Bedingungen, die natürlicher zu sein scheinen als beim Charlierschen Koeffizienten, kann analog ein Störungskoeffizient festgesetzt und mit diesem die Grösse der Störung gemessen werden.

Ein solcher Koeffizient hätte, ebenso wie auch der Charliersche Koeffizient, jenen schwerwiegenden Nachteil, dass beide nur gewissen Anforderungen zu genügen vermögen, also gewissermassen als „Geschmackssache“ aufgefasst werden könnten, da ihnen die inhaltliche Begründung fehlt und es schwer fiel zu sagen, warum der eine oder der andere besonders wesentlich sei.

Im folgenden ist zur Messung der Störungstreue ein neuer Störungskoeffizient eingeführt worden, welchem die Wahrscheinlichkeit zugrunde gelegt ist, die für jede Störungstreue die Existenz der Störung bestimmt.

§ 3. Die Wahrscheinlichkeit der Existenz der Störung.

Wenn eine Erscheinung mit der Wahrscheinlichkeit p auftritt, dann ist bei dem Kollektivumfang s die mittlere Häufigkeit

$$m = sp.$$

Die normale Streuung dieser Häufigkeit ist nach der Bernoullischen Formel

$$(33) \quad \sigma_B = \sqrt{sp(1-p)}.$$

Empirisch können wir σ_B nur dann bestimmen, wenn wir eine Reihe solcher Kollektive haben und für diese die entsprechenden Häufigkeiten $m_1, m_2 \dots m_n$ (wo n die Zahl der Kollektive bedeutet). Wenn wir es mit einer endlichen Zahl von Kollektiven zu tun haben, dann fällt das empirische Streuungsmass σ_B mit dem theoretischen aus (33) nicht zusammen, es kommen immer Abweichungen zustande, deren quadratisches Mittel durch die Formel

$$(34) \quad \sigma_{\sigma_B} = \sqrt{\frac{sp(1-p)}{2n}}$$

ausgedrückt wird.

Nehmen wir den Variationskoeffizienten von σ , so bekommen wir

$$(35) \quad V_{\sigma} = \frac{\sigma_{\sigma_B}}{\sigma_B} = \frac{1}{\sqrt{2n}}.$$

Wenn man mit einer bestimmten Zahl von Kollektiven zu tun hat, ist $n = \text{const.}$ und

$$(36) \quad \frac{\sigma_{\sigma_B}}{\sigma_B} = \text{const.}$$

Wenn die empirisch bestimmte Streuung, die gewöhnlich mit σ_L (die Streuung der Lexisschen Reihe) bezeichnet wird

(denn im allgemeinen Fall kann man die Existenz der Lexisschen Reihe voraussetzen und auch eine Bernoullische Reihe kann als Lexissche mit dem Lexisschen Faktor $L = 1$ aufgefasst werden), grösser als die theoretische Streuung σ_B ist, so kann die Differenz

$$\sigma_L - \sigma_B$$

als eine zufällig entstandene oder eine durch die Störungseinflüsse verursachte betrachtet werden. Darum kann geschrieben werden

$$(37) \quad \sigma_L - \sigma_B = c \sigma_B,$$

wo die Grösse von c jene Wahrscheinlichkeiten bestimmt, mit welchen wir behaupten können, dass die Abweichung $\sigma_L - \sigma_B$ zufällig entsteht oder durch äussere Gründe verursacht wird.

Aus (37) bekommen wir

$$\frac{\sigma_L - \sigma_B}{\sigma_B} = c = \frac{\sigma_B}{\sigma_B}$$

oder

$$(38) \quad L = 1 + \frac{c}{\sqrt{2n}},$$

denn $\frac{\sigma_L}{\sigma_B} = L$, den sog. Lexisschen Faktor.

Während $n = \text{const.}$ ist, zeigt L , in welchem Masse man an die Existenz von äusseren Einflüssen glauben kann. Je grösser L ist, um so eher kann angenommen werden, dass äussere Einflüsse auf die Erscheinung einwirken.

§ 4. Der normale Störungskoeffizient.

Wenn wir bei Erscheinungen mit verschiedenen relativen Häufigkeiten die Störungsstreuungen vergleichen, so schätzen wir die Störung gleich in dem Falle, wenn die Grössen

$$\frac{\sigma_L - \sigma_B}{\sigma_B}$$

gleich sind, denn dann haben alle Erscheinungen die gleiche Wahrscheinlichkeit für die Existenz von Störung.

Es sei der Kollektivumfang s , die relative Häufigkeit des Auftretens der Erscheinung p und die Störungsstreuung δ .

Da

$$\sigma_L^2 = \sigma_B^2 + \delta^2$$

und

$$\sigma_B^2 = sp(1-p),$$

ist

$$(39) \quad \sigma_L = \sqrt{sp(1-p) + \delta^2}$$

und

$$(40) \quad L = \sqrt{1 + \frac{\delta^2}{sp(1-p)}}.$$

Bei konstanter Störung muss auch L konstant sein. Damit ist

$$(41) \quad \frac{\delta}{\sqrt{sp(1-p)}} = \text{const.} = \gamma.$$

Wenn wir bei verschiedenen p -Werten die Störung als konstant betrachten, dann ist auch γ konstant. Wenn aber die Wahrscheinlichkeit der Existenz von Störung bei grösserem γ grösser ist und bei kleinerem γ kleiner, dann können wir die Grösse der Störung mit γ messen, was deshalb besonders zu empfehlen ist, weil in der Formel (41) δ in erster Potenz auftritt, d. h. γ bei konstantem p , wie auch bei dem Charlierschen Koeffizienten, proportional der Störungsstreuung wächst.

Beim Übergang zu s als zu einer veränderlichen Grösse ist der weitere Entwicklungsgang der Berechnungen ganz einfach. Wenn wir bei einem bestimmten s -Werte die Grösse der Störung festgestellt haben, muss der entsprechende Störungskoeffizient so beschaffen sein, dass er sich bei Veränderung des Kollektivumfangs nicht ändert.

Nach (7) ist

$$\delta = s\xi.$$

Setzen wir dieses in (41) ein, so bekommen wir

$$(42) \quad \gamma = \sqrt{s} \frac{\xi}{\sqrt{p(1-p)}}.$$

Hieraus ist zu ersehen, dass γ eine noch unbrauchbare Grösse ist, da sie von s abhängig ist. Um dieses zu vermeiden, führen wir eine neue Grösse K ein:

$$(43) \quad K = \frac{\gamma}{\sqrt{s}}.$$

Setzen wir in (43) den Wert von γ aus (42) ein, so erhalten wir

$$(44) \quad K = \frac{\xi}{\sqrt{p(1-p)}}$$

Da die Grösse K von s unabhängig ist und denselben Anforderungen genügt wie auch γ , so ist sie als zur Messung der Störung brauchbare Grösse zu bezeichnen.

In dem Falle, wenn ein Merkmal eine sehr kleine relative Häufigkeit hat (bei sogenannten „kleinen Zahlen“), ist

$$1 - p \approx 1$$

und

$$(45) \quad K \approx \frac{\xi}{\sqrt{p}}.$$

Im Falle $p = 1/2 = 1 - p$, ist

$$(46) \quad K = \frac{\xi}{p} = C \quad (= 2\xi).$$

Das bedeutet, dass der Störungskoeffizient gleich dem Charlierschen ist.

§ 5. Die Beziehung zwischen K und C .

Nach (8) ist

$$C = \frac{\xi}{p}$$

und damit

$$(47) \quad \frac{K}{C} = \sqrt{\frac{p}{1-p}}.$$

Wenn $p < 1/2$ ist, dann ist $K < C$
und wenn $p > 1/2$ ist, dann ist $K > C$.

Wenn wir K als konstant betrachten, so ist ξ nach der Formel (44) proportional der Grösse $\sqrt{p(1-p)}$, und wenn wir C als konstant annehmen, ist ξ proportional p . Beide entsprechenden Funktionen sind in Fig. 4 dargestellt ($K=1$ und $C=1$), woraus zu ersehen ist, dass bei $p = 1/2$ C und K gleich sind.

Die graphische Darstellung bringt noch eine interessante Tatsache zum Vorschein. Die eine Kurve ($K = \text{const.}$) ist symmetrisch auf der Geraden $p = 1/2$, die andere ($C = \text{const.}$) nicht. Der letztere Fall bietet sehr wesentliche Argumente gegen den Charlischen Faktor — eine sehr einfache Betrachtung zeigt nämlich, dass diese Kurve symmetrisch sein muss.

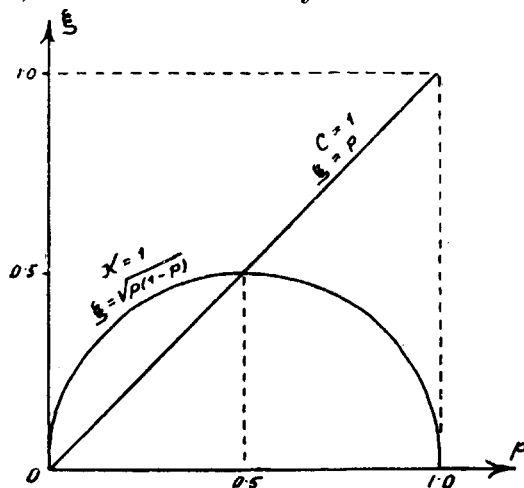


Fig. 4.

Wenn ein Kollektiv aus s Elementen besteht und von diesen m Elemente ein gewisses Merkmal haben, dann fehlt den übrigen $s - m$ Elementen dieses Merkmal. Das Fehlen dieses Merkmals ist für die genannten Elemente auch ein Merkmal.

Wenn die eine Klasse mit der relativen Häufigkeit $p_1 = \frac{m}{s}$ eine Störung hat, dann muss auf Grund der absoluten Korrelation ($r = -1$) auch die andere Klasse, deren relative Häufigkeit

$p_2 = 1 - p_1 = \frac{s - m}{s}$ ist, genau dieselbe Störung haben. Die

Einflüsse, welche das Wachsen von p_1 verursachen, sind dieselben, welche gleichzeitig auch die Verminderung von p_2 hervorrufen. Wenn wir in einem Kartenpaket das Verhältnis der roten und schwarzen Karten verändern wollen, ist es gleichgültig, ob wir die Zahl der schwarzen Karten vergrößern oder die Zahl der roten vermindern. Eine Ursache — die Veränderung des Verhältnisses — trifft gleichzeitig beide Merkmale. **Die**

Grösse, mit welcher die Resultate dieses Einflusses gemessen werden, muss für jedes p und $1-p$ gleich gross sein. Wenn z. B. $p_1 = 0.9$ ist, ist damit $p_2 = 0.1$, und wenn eine Störung stattfindet, muss diese für beide Erscheinungen gleich sein. Der Charliersche Störungskoeffizient gibt aber im zweiten Fall eine 9 mal grössere Störung an als im ersten. Doch haben wir es nicht mit zwei Ursachen zu tun, sondern nur mit einer.

§ 6. Der dem neuen Störungskoeffizienten entsprechende Korrelationskoeffizient.

1. Oben wurde erwähnt, dass beim Zusammenfassen zweier Klassen die Störungen und die Häufigkeitszahlen sich nicht algebraisch addieren, was in letzter Linie noch davon abhängt, wie sich der Korrelationskoeffizient zwischen den Störungen und den Häufigkeitszahlen der beiden Klassen verhält.

Dieses Addieren geschieht, wie wir das sogleich sehen werden, ebenso wie bei vektoriellen Grössen.

Wenn zwei vektorielle Grössen (Fig. 5), deren skalare Werte δ_1 bzw. δ_2 sind, addiert werden, können wir den skalaren Wert ihrer vektoriellen Summe folgenderweise ausdrücken:

$$(48) \quad \delta^2 = \delta_1^2 + \delta_2^2 + 2 \delta_1 \delta_2 \cos \alpha,$$

wo α der Winkel zwischen δ_1 und δ_2 ist.

Vergleichen wir jetzt (48) mit (12), so sehen wir, dass beide ganz identisch sind, nur dass wir statt r im letzteren Fall $\cos \alpha$ haben. Diese Feststellung liefert eine sehr einfache Regel zum Berechnen der Störungstreuung beim Zusammenfassen zweier Klassen, wenn die Störungstreuungen der beiden Klassen bekannt sind: man muss die Störungstreuungen vektoriell addieren, wobei der Winkel α zwischen den vektoriellen Grössen

$$(49) \quad \alpha = \arccos r$$

ist (r ist hier der Korrelationskoeffizient zwischen den Störungen beider Reihen).

Gehen wir von der obengenannten Eigenschaft bei Addition der Störungen aus, so wird auch der Sinn der allgemeinbekannten Formel

$$\sigma_L^2 = \sigma_B^2 + \delta^2$$

klar, denn die Streuung der Bernoullischen Reihe kann auch als von einer Störung (einer Störung, deren Entstehungsgründe uns nicht bekannt sind) beeinflusst betrachtet werden. Da der Korrelationskoeffizient zwischen der δ_B -Reihe (der Reihe, aus der σ_B berechnet ist) und der δ -Reihe gleich Null ist, d. h. $\alpha = \frac{\pi}{2}$, werden die Grössen σ_B und δ nach dem pythagoreischen Lehrsatz addiert.

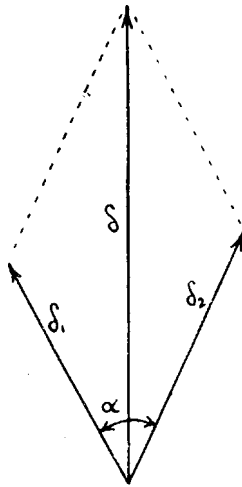


Fig. 5.

2. Aus (15) kann man folgern, dass wenn der Korrelationskoeffizient zwischen den Störungen zweier Reihen gleich eins ist, der Charliersche Störungskoeffizient bei Addition der Reihen konstant bleibt, falls er für jede einzelne Reihe konstant war. Jetzt können wir fragen: bei welchem Korrelationskoeffizienten zwischen den Störungen müssen die Klassen addiert werden, damit K konstant bleibt?

Es sei bemerkt, dass im allgemeinen Fall der Korrelationskoeffizient zwischen den Störungen nicht derselbe ist, wie derjenige zwischen den Häufigkeitszahlen. Aus dem Beobachtungsmaterial können wir nur den Korrelationskoeffizienten zwischen den Häufigkeitszahlen berechnen, nicht aber jenen zwischen den Störungen, denn die Grösse der letzteren ist uns fast immer unbekannt. Nur in solchen Fällen, wo wir selbst die Störungen

hervorrufen können, wie z. B. beim Würfelversuch u. s. w., können wir sie errechnen.

Bei unserem Problem, wo K konstant sein muss, ist es aber leicht zu zeigen, dass die beiden Korrelationskoeffizienten gleich sind. Wir haben gesehen, dass nach (38) bei konstantem s auch L konstant sein muss, damit K konstant sei. Da

$$L = \frac{\sigma_L}{\sigma_B}$$

ist, muss beim Zusammenfassen der Klassen σ_L in demselben Verhältnis wie σ_B wachsen, d. h. der Korrelationskoeffizient zwischen den Häufigkeitszahlen ist derselbe wie der Korrelationskoeffizient zwischen den zufälligen Abweichungen in zwei Klassen eines Kollektivs.

Aus (40) erhalten wir

$$(50) \quad L^2 = \frac{\delta^2}{\sigma_B^2} + 1.$$

Da $L = \text{konst.}$ ist, ist auch $L^2 = \text{konst.}$, und wir sehen, dass auch δ beim Zusammenfassen der Klassen im selben Verhältnis wachsen muss, wie σ_B , d. h. dass der Korrelationskoeffizient zwischen den Störungen und den Häufigkeitszahlen zweier Klassen derselbe ist.

Der Korrelationskoeffizient zwischen zufälligen Abweichungen kann in folgender Weise berechnet werden.

3. Es habe eine Klasse die relative Häufigkeit von p_1 und eine andere diejenige von p_2 . Bezeichnen wir

$$(51) \quad p_2 = kp_1.$$

Die der ersten Klasse zugehörige Bernoullische Streuung beträgt

$$(52) \quad \sigma_{B_1} = \sqrt{sp_1(1-p_1)}$$

und die der zweiten

$$(53) \quad \begin{aligned} \sigma_{B_2} &= \sqrt{sp_2(1-p_2)} = \\ &= \sqrt{skp_1(1-kp_1)}. \end{aligned}$$

Fassen wir beide Klassen zusammen, so ergibt sich, dass die relative Häufigkeit

$$(54) \quad \begin{aligned} p &= p_1 + p_2 = \\ &= p_1 (1 + k) \end{aligned}$$

und die Bernoullische Streuung

$$(55) \quad \begin{aligned} \sigma_B &= \sqrt{sp(1-p)} = \\ &= \sqrt{sp_1(1+k)(1-p-kp_1)} \end{aligned}$$

ist.

Wenn die Häufigkeitszahlen der beiden Klassen durch den Korrelationskoeffizienten r verbunden sind, so können wir schreiben

$$(56) \quad \begin{aligned} \sigma_B &= \sqrt{\sigma_{B_1}^2 + \sigma_{B_2}^2 + 2r\sigma_{B_1}\sigma_{B_2}} = \\ &= \sqrt{sp_1(1-p_1) + skp_1(1-kp_1) + 2rsp_1\sqrt{k(1-p_1)(1-kp_1)}}. \end{aligned}$$

Aus (55) und (56) erhalten wir die folgende Gleichung:

$$(57) \quad (1+k)(1-p_1-kp_1) = 1-p_1+k(1-kp_1) + 2r\sqrt{k(1-p_1)(1-kp_1)}.$$

Die Gleichung (57) können wir in bezug auf r lösen und erhalten

$$(58) \quad r = -\frac{kp_1}{\sqrt{k(1-p_1)(1-kp_1)}}.$$

oder einfacher

$$(59) \quad r = -\sqrt{\frac{p_1 p_2}{(1-p_1)(1-p_2)}}.$$

Bei solch einem Korrelationskoeffizienten zwischen den Störungen (oder auch zwischen den Häufigkeitszahlen) der beiden Klassen bleibt beim Zusammenfassen der Klassen K konstant. Was stellt dieser Koeffizient dar? Er ist nichts anderes, als der normale Korrelationskoeffizient¹⁾ zwischen den Häufigkeits-

¹⁾ Normal kann er genannt werden, weil zu seiner Entstehung keine äusseren Gründe nötig sind und er nur dadurch verursacht wird, dass die Summe aller relativen Häufigkeiten bei aller Art Abweichungen immer gleich eins ist.

zahlen irgendwelcher zweier Klassen in einem Kollektiv. Das Gesagte wird durch Folgendes noch erläutert.

3. Es seien in einem Kollektiv zwei Klassen vorhanden mit der relativen Häufigkeit p_1 bzw. p_2 . Wenn die Häufigkeitszahl einer Klasse (mit der relativen Häufigkeit p_1) eine Abweichung d_1 erhält, dann erhält infolge der absoluten Korrelation ($r = -1$) die Häufigkeitszahl der Ergänzungsklasse (mit der relativen Häufigkeit $1 - p_1$) die Abweichung $-d_1$. Die mittlere Abweichung der zweiten Klasse (mit der relativen Häufigkeit p_2) ist dann d_2 , die nach folgender Formel bestimmt wird:

$$(60) \quad d_2 = - \frac{p_2}{1 - p_1} d_1.$$

Die erhaltene Gleichung ist eine Regressionsgleichung für d_1 und d_2 . Führen wir in diese Gleichung den Korrelationskoeffizienten ein, so ist nach der Korrelationstheorie

$$(61) \quad d_2 = r \cdot \frac{\sigma_{B_2}}{\sigma_{B_1}} d_1.$$

Aus (60) und (61) können wir r bestimmen:

$$(62) \quad r = - \frac{p_2}{1 - p_1} \cdot \frac{\sigma_{B_1}}{\sigma_{B_2}}.$$

Da

$$\sigma_{B_1} = \sqrt{sp_1(1 - p_1)}$$

und

$$\sigma_{B_2} = \sqrt{sp_2(1 - p_2)}$$

sind, ist

$$(63) \quad \begin{aligned} r &= - \frac{p_2}{1 - p_1} \sqrt{\frac{p_1(1 - p_1)}{p_2(1 - p_2)}} = \\ &= - \sqrt{\frac{p_1 p_2}{(1 - p_1)(1 - p_2)}}, \end{aligned}$$

wie wir das auch aus (59) ansehen haben.

§ 7. Die Korrelationskoeffizienten zwischen Häufigkeitszahlen und zwischen Störungen.

1. Oben ist gesagt worden, dass im allgemeinen Fall der Korrelationskoeffizient zwischen den Störungen mit demjenigen zwischen den Häufigkeitszahlen nicht zusammenfällt. Im folgenden wollen wir die Beziehung zwischen diesen Korrelationskoeffizienten untersuchen.

Es seien zwei Klassen gegeben, deren Bernoullische Streuungen σ_{B_1} bzw. σ_{B_2} , deren Störungsstreuungen δ_1 bzw. δ_2 und die Lexisschen Streuungen σ_1 bzw. σ_2 sind. Fassen wir beide Klassen zusammen, so erhalten wir eine neue Klasse, für welche wir die obengenannten Streuungen mit σ_B , δ und σ bezeichnen.

Es sei r der Korrelationskoeffizient zwischen den Häufigkeitszahlen und r^* der Korrelationskoeffizient zwischen den Störungen der beiden Klassen.

Im vorigen Kapitel ist gezeigt worden, dass der Korrelationskoeffizient zwischen den Häufigkeitszahlen der Bernoullischen Reihen gleich

$$-\sqrt{\frac{p_1 p_2}{(1-p_1)(1-p_2)}}$$

ist.

Daher können wir schreiben:

$$(64) \quad \sigma_B^2 = \sigma_{B_1}^2 + \sigma_{B_2}^2 - 2 \sigma_{B_1} \sigma_{B_2} \sqrt{\frac{p_1 p_2}{(1-p_1)(1-p_2)}} =$$

$$= \sigma_{B_1}^2 + \sigma_{B_2}^2 - 2 s p_1 p_2,$$

da

$$\sigma_{B_1} = \sqrt{s p_1 (1-p_1)}$$

und

$$\sigma_{B_2} = \sqrt{s p_2 (1-p_2)}$$

ist.

Ebenfalls können wir schreiben

$$(65) \quad \sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + 2 r \sigma_1 \sigma_2 :$$

ein Addieren der Lexisschen Streuungen).

Da nach (5)

$$\sigma_1^2 = \delta_1^2 + \sigma_{B_1}^2,$$

$$\sigma_2^2 = \delta_2^2 + \sigma_{B_2}^2$$

und

$$\sigma^2 = \delta^2 + \sigma_B^2$$

ist, so bekommen wir aus (65)

$$(66) \quad \delta^2 + \sigma_B^2 = \delta_1^2 + \sigma_{B_1}^2 + \delta_2^2 + \sigma_{B_2}^2 + 2r\sigma_1\sigma_2.$$

Setzen wir hier für σ_B^2 seinen Ausdruck aus (64) ein, so erhalten wir

$$(67) \quad \delta^2 = \delta_1^2 + \delta_2^2 + 2(sp_1p_2 + r\sigma_1\sigma_2).$$

Da der Korrelationskoeffizient zwischen den Störungen r^* ist, können wir nach der Korrelationstheorie schreiben:

$$(68) \quad \delta^2 = \delta_1^2 + \delta_2^2 + 2r^*\delta_1\delta_2.$$

Aus den Gleichungen (67) und (68) erhalten wir

$$(69) \quad r^*\delta_1\delta_2 = sp_1p_2 + r\sigma_1\sigma_2,$$

wo

$$(70) \quad r^* = \frac{sp_1p_2 + r\sigma_1\sigma_2}{\delta_1\delta_2}$$

ist, oder

$$(71) \quad r = \frac{r^*\delta_1\delta_2 - sp_1p_2}{\sigma_1\sigma_2}$$

ist.

2. Der maximale Wert von r^* ist $r^* = 1$. Damit ist

$$(72) \quad r_{max} = \frac{\delta_1\delta_2 - sp_1p_2}{\sigma_1\sigma_2} < 1,$$

denn schon

$$\frac{\delta_1\delta_2}{\sigma_1\sigma_2} < 1,$$

weil $\delta_1 < \sigma_1$ und $\delta_2 < \sigma_2$ sind.

Aus (72) ist ersichtlich, dass der Korrelationskoeffizient zwischen den Häufigkeitszahlen niemals gleich eins ist, auch dann nicht, wenn der Korrelationskoeffizient zwischen den Störungen gleich eins ist. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, dass die den Störungen zukommenden zufälligen Abweichungen (die Abweichungen der Bernoullischen Reihe) eine Verminderung des Korrelationskoeffizienten verursachen.

Der minimale Wert von r^* ist $r^* = -1$. Damit ist

$$(73) \quad r_{\min} = - \frac{\delta_1 \delta_2 + s p_1 p_2}{\sigma_1 \sigma_2}.$$

Hier ist zu beweisen, dass

$$\frac{\delta_1 \delta_2 + s p_1 p_2}{\sigma_1 \sigma_2} \leq 1$$

ist, denn aus (73) ist nicht sogleich zu ersehen, dass der Zähler niemals grösser als der Nenner sein kann.

Wir müssen zeigen, dass

$$(74) \quad \delta_1 \delta_2 + s p_1 p_2 \leq \sigma_1 \sigma_2.$$

a) Betrachten wir zuerst den Fall,

wo

$$\delta_1 = \delta_2 = 0 \text{ ist,}$$

d. h. wo wir es nur mit Bernoullischen Reihen zu tun haben. In diesem Fall ist

$$\sigma_1 = \sigma_{B_1}$$

und

$$\sigma_2 = \sigma_{B_2}.$$

Weil die Summe der relativen Häufigkeiten aller Klassen nicht grösser als eins sein kann, können wir schreiben

$$(75) \quad p_1 + p_2 \leq 1$$

oder

$$(76) \quad 0 \leq 1 - p_1 - p_2.$$

Addieren wir zu den beiden Seiten $p_1 p_2$, so ist

$$(77) \quad p_1 p_2 \leq 1 - p_1 - p_2 + p_1 p_2$$

oder

$$(78) \quad p_1 p_2 \leq (1 - p_1) (1 - p_2).$$

Nun multiplizieren wir die beiden Seiten mit

$$s^2 p_1 p_2,$$

dann ist

$$(79) \quad s^2 p_1^2 p_2^2 \leq s p_1 (1 - p_1) s p_2 (1 - p_2).$$

Aus beiden Seiten ziehen wir nun die Quadratwurzeln und bekommen

$$(80) \quad s p_1 p_2 \leq \sigma_{B_1} \sigma_{B_2},$$

was auch zu beweisen war.

b) Nun gehen wir zum allgemeinen Fall über, in dem

$$\delta_1 \neq 0 \text{ und } \delta_2 \neq 0.$$

Wir gehen von folgendem Ausdruck aus:

$$(81) \quad (\sigma_{B_1} \delta_2 - \sigma_{B_2} \delta_1)^2 \geq 0.$$

In anderer Form lautet das:

$$(82) \quad \sigma_{B_1}^2 \delta_2^2 + \sigma_{B_2}^2 \delta_1^2 \geq 2 \sigma_{B_1} \sigma_{B_2} \delta_1 \delta_2.$$

Addieren wir zu den beiden Seiten

$$\sigma_{B_1}^2 \sigma_{B_2}^2 + \delta_1^2 \delta_2^2,$$

so ist

$$(83) \quad (\sigma_{B_1}^2 + \delta_1^2)(\sigma_{B_2}^2 + \delta_2^2) \geq (\sigma_{B_1} \sigma_{B_2} + \delta_1 \delta_2)^2.$$

Ziehen wir die Quadratwurzeln, dann ist

$$(84) \quad \sigma_1 \sigma_2 \geq \sigma_{B_1} \sigma_{B_2} + \delta_1 \delta_2.$$

Setzen wir in dieser Formel für $\sigma_{B_1} \sigma_{B_2}$ seinen Ausdruck aus (80) ein, so ist

$$(85) \quad \sigma_1 \sigma_2 \geq s p_1 p_2 + \delta_1 \delta_2,$$

was wir auch beweisen wollten.

Damit ist gezeigt, dass

$$|r| \leq 1$$

ist.

3. Jetzt können wir auch prüfen, ob unser Schluss nach (50) richtig ist: dass im Falle $K_1 = K_2$ ist (K_1 und K_2 sind die Störungskoeffizienten für beide Klassen), die beiden Korrelationskoeffizienten r und r^* gleich sind.

Da nach (59) der Korrelationskoeffizient zwischen den Häufigkeitszahlen

$$r = - \sqrt{\frac{p_1 p_2}{(1-p_1)(1-p_2)}}$$

ist, so können wir nach (70) den Korrelationskoeffizienten zwischen den Störungen bestimmen. Somit ist

$$\begin{aligned} (86) \quad r^* &= \frac{sp_1 p_2 - \sigma_1 \sigma_2}{\delta_1 \delta_2} \sqrt{\frac{p_1 p_2}{(1-p_1)(1-p_2)}} = \\ &= \frac{sp_1 p_2 \left(1 - \frac{\sigma_1 \sigma_2}{\sigma_{B_1} \sigma_{B_2}}\right)}{\delta_1 \delta_2} = \\ &= \frac{sp_1 p_2 (\sigma_{B_1} \sigma_{B_2} - \sigma_1 \sigma_2)}{\delta_1 \delta_2 \sigma_{B_1} \sigma_{B_2}}. \end{aligned}$$

Um diese Gleichung zu vereinfachen, nehmen wir die Beziehungen zwischen σ , σ_B und δ zur Hilfe.

Nach (7) und (44) schreiben wir:

$$K = \frac{\delta}{s \sqrt{p(1-p)}}.$$

Falls $K_1 = K_2$ ist, ist

$$(87) \quad \frac{\delta_1}{s \sqrt{p_1(1-p_1)}} = \frac{\delta_2}{s \sqrt{p_2(1-p_2)}}.$$

Multiplizieren wir die beiden Seiten mit \sqrt{s} , so bekommen wir:

$$(88) \quad \frac{\delta_1}{\sigma_{B_1}} = \frac{\delta_2}{\sigma_{B_2}},$$

oder:

$$(89) \quad \frac{\delta_1^2}{\sigma_{B_1}^2} = \frac{\delta_2^2}{\sigma_{B_2}^2}.$$

Etwas umgeformt:

$$(90) \quad \frac{\delta_1^2}{\delta_1^2 + \sigma_{B_1}^2} = \frac{\delta_2^2}{\delta_2^2 + \sigma_{B_2}^2},$$

oder:

$$(91) \quad \sigma_1^2 \delta_2^2 - \sigma_2^2 \delta_1^2 = 0.$$

Addieren wir jetzt zu den beiden Seiten

$$\sigma_1^2 \sigma_2^2 + \delta_1^2 \delta_2^2 - 2 \sigma_1^2 \delta_2^2$$

hinzu, so erhalten wir:

$$(92) \quad (\sigma_1^2 - \delta_1^2)(\sigma_2^2 - \delta_2^2) = \sigma_1^2 \sigma_2^2 + \delta_1^2 \delta_2^2 - 2 \sigma_1^2 \delta_2^2.$$

Da nach (91)

$$\sigma_1 \delta_2 = \sigma_2 \delta_1$$

ist, so ist

$$(93) \quad 2 \sigma_1^2 \delta_2^2 = 2 \sigma_1 \sigma_2 \delta_1 \delta_2.$$

Setzen wir diesen Ausdruck in (92) ein, dann ist

$$(94) \quad (\sigma_1^2 - \delta_1^2)(\sigma_2^2 - \delta_2^2) = (\sigma_1 \sigma_2 - \delta_1 \delta_2)^2,$$

oder:

$$(95) \quad \sigma_{B_1} \sigma_{B_2} = \sigma_1 \sigma_2 - \delta_1 \delta_2,$$

oder:

$$(96) \quad \sigma_{B_1} \sigma_{B_2} - \sigma_1 \sigma_2 = -\delta_1 \delta_2.$$

Setzen wir diese Ausdrücke in (86) ein, dann ist

$$\begin{aligned} (97) \quad r^* &= -\frac{sp_1 p_2}{\sigma_{B_1} \sigma_{B_2}} = \\ &= -\frac{sp_1 p_2}{\sqrt{s^2 p_1 p_2 (1-p_1)(1-p_2)}} = \\ &= -\sqrt{\frac{p_1 p_2}{(1-p_1)(1-p_2)}}. \end{aligned}$$

Damit ist auch bewiesen, dass bei $K_1 = K_2$ auch $r = r^*$ ist, falls

$$r = r^* = - \sqrt{\frac{p_1 p_2}{(1 - p_1)(1 - p_2)}}$$

ist.

Jetzt können wir fragen, bei welchem r im allgemeinen Fall $r^* = r$ ist, wenn $K_1 \neq K_2$ ist.

Nach (70) können wir schreiben:

$$(98) \quad r = \frac{s p_1 p_2 + r \sigma_1 \sigma_2}{\delta_1 \delta_2},$$

wo

$$(99) \quad r = - \frac{s p_1 p_2}{\sigma_1 \sigma_2 - \delta_1 \delta_2} {}^1).$$

In unserem Fall, wo $K_1 = K_2$ ist, erhalten wir aus (95):

$$\sigma_1 \sigma_2 - \delta_1 \delta_2 = \sigma_{B_1} \sigma_{B_2}$$

und setzen diesen Ausdruck in (99) ein. Dann erhalten wir:

$$(100) \quad r = - \frac{s p_1 p_2}{\sigma_{B_1} \sigma_{B_2}} = \\ = - \sqrt{\frac{p_1 p_2}{(1 - p_1)(1 - p_2)}}.$$

4. Die Formel (71) zeigt klar, dass im Falle $r^* > 0$, immer $r < r^*$ ist. Deshalb können solche Fälle vorkommen, wo r^* sehr gross und daher auch der Charliersche Störungskoeffizient gut anwendbar ist, wo aber der Korrelationskoeffizient zwischen den Häufigkeitszahlen zweier Klassen nicht besonders hoch ist. Dieses ist meistens dann der Fall, wenn der Lexissche Faktor sich nicht viel von Eins unterscheidet, denn dann sind δ_1 und δ_2 klein und damit auch r . Deshalb ist auch aus den Häufigkeitszahlen niemals ersichtlich, mit einem wie grossen Korrelationskoeffizienten zwischen den Störungen man es zu tun hat. Dass die genannten Differenzen zwischen r und r^* ganz gross sein können, zeigt uns das folgende Beispiel.

¹⁾ Aus (85) ist zu ersehen, dass auch jetzt $|r| \leq 1$ ist.

Es sei für zwei Klassen

$$p_1 = p_2 = 0.1,$$

$$s = 1000 \text{ und}$$

$$r^* = 1.$$

a) Nehmen wir an:

$$\delta_1 = \delta_2 = 20.$$

Dann ist nach (5)

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= s p (1 - p) + \delta^2 = \\ &= 90 + 400 = 490\end{aligned}$$

und nach (71)

$$r = \frac{400 - 10}{490} = 0.796$$

(genügend weit von eins).

b) Nehmen wir nun an:

$$\delta_1 = \delta_2 = 10.$$

Dann ist

$$\sigma^2 = 90 + 100 = 190$$

und

$$r = \frac{100 - 10}{190} = 0.473$$

(schon ganz klein).

c) Zuletzt nehmen wir an:

$$\delta_1 = \delta_2 = 4.$$

Dann ist

$$\sigma^2 = 90 + 16 = 106$$

und

$$r = \frac{16 - 10}{106} = 0.057.$$

Im letzten Falle kann man aus den empirischen Daten nicht herauslesen, dass zwischen den Störungen eine so hohe Korrelation herrscht ($r^* = 1$), denn der Korrelationsfaktor zwischen den Häufigkeitszahlen gleicht fast Null.

Bei noch kleineren δ -Werten kann dieser Korrelationskoeffizient sogar negativ werden und erreicht bei $\delta_1 = \delta_2 = 0$ seinen Grenzwert, den normalen Korrelationskoeffizienten

$$r = -\sqrt{\frac{p_1 p_2}{(1-p_1)(1-p_2)}} = -0.111.$$

§ 8. Die Verallgemeinerung des Störungskoeffizienten.

Das Ergebnis der zwei letzten Kapitel zusammenfassend können wir sagen: wenn zwei Erscheinungen, deren Störungen gleich sind, zusammengefasst werden und wenn der Korrelationskoeffizient zwischen den entsprechenden Häufigkeitszahlen oder zwischen den Störungen gleich dem normalen Korrelationskoeffizienten ist, dann bleibt die Störung konstant. Ein solches Kollektiv, in dem zwischen den einzelnen Klassen besondere Beziehungen fehlen, kann man ein **normales Kollektiv** nennen.

Es kann ja andersartige Kollektive geben, und in der praktischen Statistik kann man genug solche finden, in denen die Häufigkeitszahlen einzelner Klassen miteinander in Korrelation stehen. Wie muss dort beim Zusammenfassen der Klassen die Störung geschätzt werden? Wenn zwei Klassen, deren relative Häufigkeiten gleich sind, d. h. $p_1 = p_2$, und ebenfalls auch die Störungsstreuungen, d. h. $\delta_1 = \delta_2$, zusammengefasst werden, dann hängt die Störungsstreuung der neuen Klasse, wie wir das schon gesehen haben, vom Korrelationskoeffizienten zwischen den Störungen ab. Wenn dieser Korrelationskoeffizient $r = -1$ ist, dann wird die Störungsstreuung gleich Null sein. Man muss nun annehmen, dass die Störung, die mit Hilfe des Störungskoeffizienten C oder K gemessen wird, gleich Null ist, — oder ist sie ebenso gross, wie diejenige in den Partialklassen, wo die Störungsstreuung gleich $\delta_1 = \delta_2$ war? In unserem Falle ist es offenbar klar, dass die Störung gleich Null zu schätzen ist. Wir haben es demnach mit einer Klasse zu tun, deren Störungsstreuung gleich Null ist, und der Umstand, dass diese Klasse sich so in zwei teilen lässt, dass die beiden Partialklassen von Null abweichende Störungen haben, verändert daran nichts. Es kann ja leicht ein Fall vorkommen, wo eine Klasse sich auf

viele Arten in zwei zerlegen lässt und ein jedes Paar seine eigene Störungsstreuung besitzt.

Wenn es Gründe gibt, die verursachen, dass die Abweichungen der beiden Klassen den Korrelationsfaktor $r = -1$ haben, kann man diese Gründe in bezug auf die durch das Zusammenfassen erhaltene Klasse als solche, die die Störung vermindern, betrachten. Das Umgekehrte ist der Fall, wenn $r > 0$. Dann sind die die Korrelation verursachenden Gründe in bezug auf die neue Klasse solche, die die Störung vergrössern, und in diesem Fall ist es natürlich, dass die Störung der neuen Klasse grösser sein muss als die ihrer beiden Komponenten.

Ob eine zusammengesetzte Klasse (und als eine Zusammenfassung von zwei Klassen können wir eine jede Klasse betrachten) eine grosse Störungsstreuung deshalb besitzt, weil irgendwelche zwei ihrer Komponenten grosse Störungsstreuungen haben, oder weil die geringen Störungsstreuungen der Komponenten infolge der korrelativen Beziehungen gross geworden sind, ist gleichgültig; wir konstatieren nur die Tatsache. Darum ist es auch selbstverständlich, dass die Störung nicht nur im normalen, sondern auch in jedem Kollektiv mit Hilfe des Störungskoeffizienten K gemessen wird.

§ 9. Die Anwendung der Resultate auf die Klimatologie.

1. Da die Häufigkeitsverteilungen der klimatologischen Grössen (Temperatur, Luftdruck, Feuchtigkeit usw.) für einen bestimmten Ort und ein bestimmtes Zeitintervall charakteristisch sind, d. h. eine Stetigkeit aufweisen, hat auch jede Klasse einer klimatologischen Grösse eine bestimmte relative Häufigkeit. Wenn das genannte Zeitintervall sich wiederholt, bilden die Häufigkeitszahlen jeder Klasse eine statistische Reihe, und man kann mit Hilfe der statistischen Methoden untersuchen, ob die Häufigkeitszahlen jeder Klasse einer klimatologischen Grösse eine Streuung von zufälligem Charakter (die Bernoullische Reihe) haben oder nicht. Wenn die Streuung grösser als die der Bernoullischen Reihe ist, dann kann man von einer Störung sprechen, und es ist unsere Aufgabe festzustellen, welche klimatologische Elemente, in welchem Intervall und welche Störungen haben.

Hier haben wir aber auch eine Gelegenheit, die beiden Störungskoeffizienten (den Charlierschen und den in vorliegender Arbeit gebotenen) anzuwenden und die Resultate zu vergleichen. Darauf kann auch nach intuitiver Beurteilung entschieden werden, welcher Störungskoeffizient grössere Vorzüge bietet.

Zu diesem Zweck sind die Beobachtungen des Meteorologischen Observatoriums in Tartu der Jahre 1926—1933 (incl.) herangezogen worden, wobei als zu betrachtende Elemente Temperatur, Luftdruck, Windgeschwindigkeit und relative

Tab. 3.

t	m	σ_L	σ_B	δ	$K\%$	$C\%$
29	4	5	2.0	5	2.7	125
28	10	15	3.2	15	5.1	150
27	14	13	3.7	12	3.4	86
26	28	21	5.3	20	4.0	71
25	36	22	6.0	21	3.7	58
24	46	21	6.8	20	3.2	44
23	61	22	7.8	20	2.7	33
22	78	25	8.8	23	2.8	30
21	85	24	9.2	22	2.6	26
20	111	26	10.5	24	2.1	23
19	135	26	11.6	23	2.1	17
18	179	34	13.4	31	2.5	17
17	209	26	14.4	22	1.6	10
16	261	18	16.1	8	0.5	3.1
15	274	33	16.5	29	1.9	11
14	296	35	17.2	31	1.9	10
13	314	64	17.7	61	3.7	19
12	302	63	17.4	61	3.8	20
11	300	62	17.3	60	3.7	20
10	274	48	16.5	45	3.0	16
9	282	43	16.8	40	2.6	14
8	283	43	16.8	40	2.5	14
7	241	38	15.5	34	2.4	14
6	265	17	16.3	6	0.4	2.3
5	269	46	16.4	43	2.8	16
4	263	55	16.2	53	3.5	20
3	288	58	16.9	55	3.5	19
2	315	73	17.8	71	4.3	22
1	436	139	20.9	132	7.0	30

t	m	σ_L	σ_B	δ	$K\%$	$C\%$
0	427	85	20.6	83	4.4	19
— 0	298	41	17.3	37	2.3	12
— 1	254	38	15.9	34	2.3	13
— 2	251	61	15.8	59	4.0	24
— 3	219	69	14.8	67	4.9	31
— 4	205	49	14.3	47	3.6	23
— 5	193	66	13.9	64	5.0	33
— 6	169	46	13.0	44	3.7	26
— 7	142	33	11.9	31	2.7	22
— 8	132	45	11.5	44	4.2	33
— 9	132	40	11.5	38	3.6	29
— 10	110	33	10.5	31	3.2	28
— 11	101	26	10.0	24	2.6	24
— 12	92	41	9.5	40	4.5	43
— 13	74	33	8.6	32	4.0	43
— 14	70	37	8.4	36	4.7	52
— 15	50	16	7.1	15	2.3	30
— 16	46	21	6.8	20	3.2	43
— 17	35	17	5.9	16	2.9	46
— 18	25	10	5.0	9	1.9	36
— 19	22	14	4.7	13	3.0	59
— 20	12	6	3.5	5	1.5	43
— 21	10	9	3.2	8	2.7	80
— 22	9	7	3.0	6	2.1	67
— 23	10	11	3.2	11	3.7	110
— 24	7	10	2.6	10	4.0	143
— 25	6	8	2.4	8	3.5	125
— 26	4	8	2.0	8	4.3	200
— 27	2	7	1.4	7	5.3	350

Feuchtigkeit genommen worden sind. Die Häufigkeitszahlen sind in Klassenbreiten bei einer Temperatur von je 1°C , bei einem Luftdruck von je 4 mb, bei einer Windgeschwindigkeit von je 1 m/sec und bei einer relativen Feuchtigkeit von je 1% gezählt worden. Beim Zählen sind die stündlichen Beobachtungs-

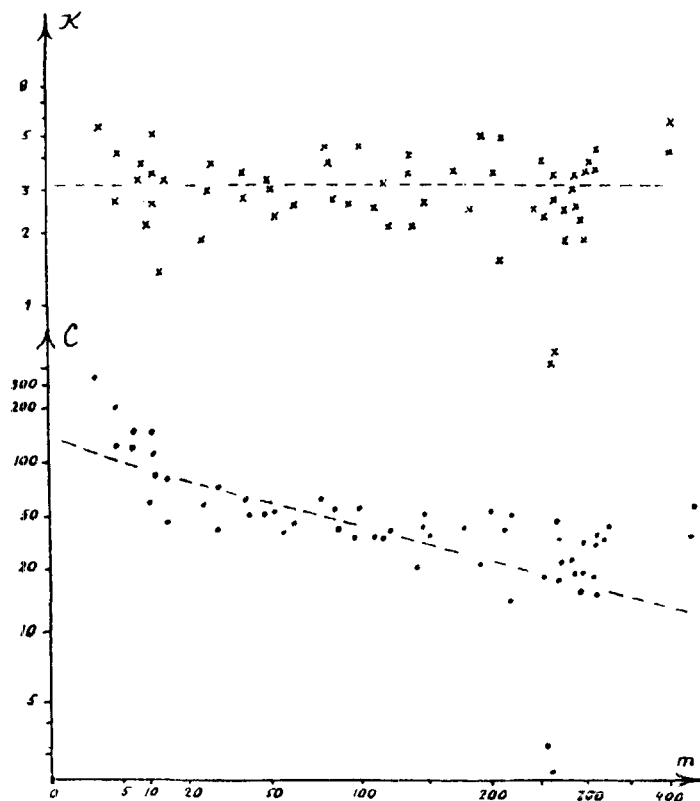


Fig. 6.

daten verwandt und als Kollektivumfang ist ein ganzes Jahr ($s = 365\frac{1}{4} \cdot 24 = 8766$) genommen worden.

2. Zuerst wollen wir die Temperatur betrachten. In der umstehenden Tabelle (Tab. 3) sind die nötigen Charakteristiken der statistischen Reihen gegeben. In Kolumne (t) sind alle zu betrachtenden Temperaturklassen, in Kolumne (m) die mittleren Häufigkeitszahlen während der acht Jahre, in Kolumne (σ_L) das Streuungsmass der Häufigkeitszahlen, in Kolumne (σ_R) das Streu-

ungsmass der Bernoullischen Reihe, in Kolumne (δ) die Störungsstreuungen ($\delta = \sqrt{\sigma_L^2 - \sigma_B^2}$), in Kolumne (K) die in dieser Arbeit gebotenen Störungskoeffizienten und in Kolumne (C) die Charlierschen Störungskoeffizienten angeführt.

Schon ein oberflächlicher Blick auf die Kolumnen (K) und (C) zeigt, dass K für alle Klassen mehr oder weniger konstant bleibt, C aber für die Klassen mit kleinen relativen Häufigkeiten gross und für solche mit grossen relativen Häufigkeiten klein ist. Besonders deutlich tritt das Gesagte in Fig. 6 zum Vorschein, wo die Abhängigkeit der Grössen K und C von der Häufigkeit m graphisch dargestellt ist.

Bemerkung: Die Skalen auf den Achsen m , K und C sind so gewählt worden, dass die Häufigkeitsverteilungen von m , K und C möglichst symmetrisch und damit der Normalverteilung möglichst nahe seien. Damit nähert sich das Korrelationsfeld dem linearen Normalfelde, und die korrelative Abhängigkeit kann durch den gewöhnlichen Korrelationsfaktor bestimmt werden.

Im ersten Fall (die Abhängigkeit der Grössen K und m voneinander betreffend) ist der Korrelationsfaktor gleich Null, was auch in Fig. 6 sichtbar ist¹⁾.

Im zweiten Fall (die Abhängigkeit der Grössen C und m voneinander betreffend) ist

$$r = -0.78 \pm 0.05,$$

was die Abhängigkeit von C und m voneinander sehr deutlich hervorhebt.

Da K und C den inhaltlichen Wert der Störung angeben müssen, zeigt K , dass die Störung über die ganze Variationsbreite konstant ist; C aber zeigt, dass die Temperaturklassen mit grosser Häufigkeit viele Male (über 10 mal) weniger als die Temperaturklassen mit kleiner Häufigkeit gestört werden — oder dass die sehr niedrigen und sehr hohen Temperaturen viel stärker gestört sind als die mittleren.

Wenn man nun fragen sollte, welche Behauptung natürlicher erscheine, so müsste man der ersteren den Vorzug geben. Erstens ist sie einfacher und zweitens sind in der Meteorologie keine Gründe bekannt, die zu zeigen vermöchten, dass bei der

¹⁾ Tatsächlich war $r = -0.02$, der Fehler des Korrelationskoeffizienten $\sigma r = 0.13$, wodurch praktisch r gleich Null ist.

Temperatur die Störung über die Variationsbreite so verteilt ist, wie es der Charliersche Störungskoeffizient verlangt.

Unter Benutzung der in Fig. 6 gegebenen Skalen ($x = \sqrt{m}$ und $y = \log(C - 15)$) erhalten wir nach Durchführung der entsprechenden Berechnungen die Regressionsgleichungen

$$C = 120 e^{-0.150 \sqrt{m}} - 1.5$$

und

$$K = 3.2.$$

Um die Abhängigkeit zwischen K und t ($^{\circ}\text{C}$) zu veranschaulichen, ist in Fig. 7 der entsprechende Gang von K wiedergegeben.

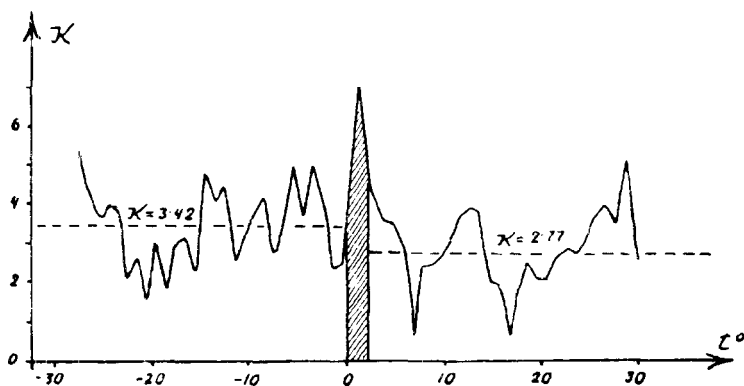


Fig. 7.

Es ist zu ersehen, dass K im grossen und ganzen konstant ist (im Mittel ist $K = 3.20 \pm 0.16$), denn wie wir später zeigen werden, bleiben die Abweichungen vom Mittelwerte in den Grenzen des Fehlergebiets. Nur im Umkreis von 1° ist die Störung etwas grösser, was aber auch in der Meteorologie eine entsprechende Begründung hat. Wenn im Winter die Temperatur über null Grad steigt, bedürfen die grossen Schneemassen zum Schmelzen einer zufließenden Wärme, und dadurch hält sich die Temperatur längere Zeit etwas über Null und entsteht bei diesem Temperaturwert eine sehr grosse Häufigkeit. Da aber solche Tauwetterperioden einen zufälligen Charakter tragen und in manchen Jahren sehr selten vorkommen, ist es selbstverständlich, dass an dieser Stelle die Störung gross sein muss. Diese Störung wäre noch viel grösser, wenn

wir die Winterperiode gesondert betrachten wollten. Die Frühlings- und Herbstperioden, wo die Temperatur diese Höhe erreicht, haben eine mässige Störung, und dadurch wird die Jahresstörung vermindert.

Lassen wir die drei Klassen (0, 1 und 2) fort und berechnen wir die mittlere Störung für negative und positive Temperaturen, so bekommen wir im ersten Fall:

$$K_- = 3.42 \pm 0.27$$

und im zweiten Fall:

$$K_+ = 2.77 \pm 0.19.$$

Die Differenz ist

$$K - K_+ = 0.65 \pm 0.33.$$

Das Ergebnis sagt uns, dass die Störung bei niedrigen Temperaturen grösser als bei hohen ist, obwohl das Übergewicht ganz gering ist. Aber aus der Meteorologie ist es bekannt, dass in unserem Klima die Temperatur (auch der Luftdruck) im Sommer eine grössere Stabilität aufweist als im Winter, und daraufhin kann man den erhaltenen Resultaten glauben.

Im Umkreis von 1° gibt der Charliersche Störungskoeffizient aber keine ausserordentliche Störung ($C = 20$ bis 30%) an, während er bei höheren und niedrigeren Temperaturen eine viel grössere Störung liefert ($C =$ über 100%).

3. Im folgenden wollen wir betrachten, in welchem Masse die Abweichungen der Grösse K vom arithmetischen Mittel (Tab. 3 und Fig. 7) als zufällig und in welchem Masse sie als klimatologisch charakteristisch aufgefasst werden können. Dazu müssen wir für K den ihm entsprechenden Fehler berechnen und dann feststellen, ob die Abweichungen durch den Fehler hervorgerufen werden oder nicht. Im letzteren Fall könnte man sagen, dass die Störung in der Variationsbreite nicht ganz konstant sei.

Nach (7) und (44) ist

$$(101) \quad K = \frac{\sqrt{\sigma_L^2 - \sigma_B^2}}{s\sqrt{p(1-p)}} =$$

$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{\frac{\sigma_L^2 - \sigma_B^2}{s \sigma_B^2}} = \\
 &= \sqrt{\frac{L^2 - 1}{s}}.
 \end{aligned}$$

Nach der Fehlertheorie können wir schreiben:

$$\begin{aligned}
 (102) \quad \sigma K &= \sqrt{\left(\frac{dK}{dL} \cdot \sigma L\right)^2} = \\
 &= \frac{L}{\sqrt{s(L^2 - 1)}} \cdot \sigma L,
 \end{aligned}$$

wo σK und σL die quadratischen Abweichungen von K bzw. L sind.

Weiter können wir schreiben:

$$(103) \quad \frac{\sigma K}{K} = \frac{L}{L^2 - 1} \cdot \sigma L,$$

wobei die Formel (101) benutzt worden ist.

Aus letzterem erhalten wir:

$$(104) \quad \frac{\sigma K}{K} = \frac{L^2}{L^2 - 1} \cdot \frac{\sigma L}{L}.$$

Hieraus ersehen wir, dass der Variationsfaktor von K nur etwas grösser als der von L ist. Bei grossen L -Werten werden beide gleich gross. In unserem Beispiel, wo $L \approx 3$ ist, ist

$$\frac{L^2}{L^2 - 1} = 1.12,$$

d. h. der Variationsfaktor von K ist ungefähr um 12% grösser als derjenige von L . Bei $L=10$ beträgt der Unterschied nur 1%.

Aus (102) sieht man, dass wir zum Bestimmen von σK σL kennen müssen, oder auch zum Berechnen von $\frac{\sigma K}{K}$ nach (104) — die Grösse $\frac{\sigma L}{L}$ ¹⁾.

¹⁾ Weiter unten wird gezeigt werden, dass gerade diese Grösse $\left(\frac{\sigma L}{L}\right)$ für alle Klassen fast konstant ist.

Zum Bestimmen von σL nehmen wir den bekannten Ausdruck

$$L = \frac{\sigma_L}{\sigma_B}$$

zu Hilfe.

Wir bezeichnen die quadratischen Abweichungen der Grössen L , σ_L und σ_B bzw. σL , σ_{σ_L} und σ_{σ_B} und können dann nach der Fehlertheorie schreiben:

$$\begin{aligned} (105) \quad \sigma L &= \sqrt{\left(\frac{dL}{d\sigma_L} \cdot \sigma_{\sigma_L}\right)^2 + \left(\frac{dL}{d\sigma_B} \cdot \sigma_{\sigma_B}\right)^2} = \\ &= \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\sigma_L}}{\sigma_B}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_L \sigma_{\sigma_B}}{\sigma_B^2}\right)^2}. \end{aligned}$$

Multiplizieren wir jetzt die beiden Seiten mit

$$\frac{1}{L} = \frac{\sigma_B}{\sigma_L},$$

so erhalten wir:

$$(106) \quad \frac{\sigma L}{L} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\sigma_L}}{\sigma_L}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{\sigma_B}}{\sigma_B}\right)^2}.$$

Damit ist der Variationsfaktor von L durch die Variationsfaktoren σ_L und σ_B gegeben.

a) Aus der Wahrscheinlichkeitstheorie ist bekannt, dass

$$(107) \quad \frac{\sigma_{\sigma_L}}{\sigma_L} = \frac{1}{\sqrt{2n}}$$

ist, wo n die Anzahl der Häufigkeitszahlen, aus welchen σ_L berechnet worden ist, bedeutet.

b) Ebenso wäre

$$\frac{\sigma_{\sigma_B}}{\sigma_B} = \frac{1}{\sqrt{2n}},$$

falls σ_B aus den Häufigkeitszahlen der Bernoullischen Reihe berechnet wäre. Da wir es aber nur mit der Lexisschen Reihe zu tun haben, müssen wir σ_B nach der mittleren Häufigkeitszahl theoretisch bestimmen, und daher konnte auch ihr Varia-

tionsfaktor oben nicht gegeben werden. Wegen des Gesagten wird aber die Genauigkeit nicht schlechter, denn weiter werden wir sehen, dass das theoretisch berechnete σ_B meist genauer ist.

Nach der Bernoullischen Formel ist

$$(108) \quad \begin{aligned} \sigma_B &= \sqrt{s(p-p^2)} = \\ &= \sqrt{m - \frac{m^2}{s}}, \end{aligned}$$

wo $m = sp$ ist.

Nach der Fehlertheorie ist

$$(109) \quad \begin{aligned} \sigma_{\sigma_B} &= \sqrt{\left(\frac{d\sigma_B}{dm} \cdot \sigma m\right)^2} = \\ &= \frac{\left[1 - \frac{2m}{s}\right]}{2 \sqrt{m - \frac{m^2}{s}}} \sigma m = \\ &= \frac{1-2p}{2 \sigma_B} \sigma m. \end{aligned}$$

Aus der Wahrscheinlichkeitstheorie ist bekannt, dass

$$(110) \quad \sigma m = \frac{\sigma_L}{\sqrt{n}}$$

ist, wo n dieselbe Bedeutung wie in Formel (107) hat.

Setzen wir diesen Ausdruck in (109) ein, so ist

$$(111) \quad \begin{aligned} \sigma_{\sigma_B} &= \frac{1-2p}{2 \sqrt{n} \sigma_B} \sigma_L = \\ &= \frac{1-2p}{2 \sqrt{n}} \left(\frac{L}{\sigma_B}\right). \end{aligned}$$

¹⁾ Im gegebenen Fall ist σ_B mit Hilfe der mittleren Häufigkeitszahl m bestimmt, welche ihrerseits aus der Lexisschen Reihe berechnet worden ist. Wenn aber die empirisch gegebene Reihe eine Bernoullische ist, dann ist $L=1$, und wir bekommen aus (111):

$$\sigma_{\sigma_B} = \frac{1-2p}{2 \sqrt{n}}.$$

Daraus ersieht man:

1. σ_{σ_B} ist von der Grösse s unabhängig, obwohl σ_B selbst von s abhängt. Dieses kommt daher, dass bei grossen s -Werten die Häufigkeitszahl m relativ

Damit ist

$$(112) \quad \frac{\sigma_{\sigma_B}}{\sigma_B} = \frac{1 - 2p}{2} \frac{L}{\sqrt{ns(p - p^2)}}.$$

Setzen wir jetzt (107) und (112) in (106) ein, so erhalten wir:

$$(113) \quad \begin{aligned} \frac{\sigma L}{L} &= \sqrt{\frac{1}{2n} + \frac{(1 - 2p)^2 L^2}{4ns(p - p^2)}} = \\ &= \sqrt{\frac{1}{2n} \left\{ 1 + \frac{(1 - 2p)^2 L^2}{2m(1 - p)} \right\}}. \end{aligned}$$

Statt

$$\frac{(1 - 2p)^2}{1 - p}$$

können wir schreiben:

$$\frac{(1 - 2p)^2}{1 - p} = 1 - 3p,$$

weil p für alle Klassen kleiner als 0.05 ist. Der durch die Vereinfachung entstandene Fehler kann höchstens 0.40/00 betra-

genauer bestimmt worden ist, und dadurch auch p . Deshalb ist bei grossen s -Werten auch σ_B relativ genauer.

Das Gesagte sei durch ein Beispiel illustriert.

1. Es sei

$$s = 100$$

$$n = 8$$

$$m = 30, \text{ damit ist}$$

$$p = 0.30$$

$$\sigma_B = \sqrt{100 \cdot 0.30 \cdot 0.70} = 4.58$$

$$\sigma m = \frac{4.58}{\sqrt{8}} = 1.62.$$

Nehmen wir an, m habe eine Abweichung, deren Grösse σm ist. Dann ist

$$m = 31.6$$

$$p = 0.316$$

$$\sigma_B = \sqrt{100 \cdot 0.316 \cdot 0.684} = 4.65.$$

Hier sehen wir, dass σ_B grösser geworden ist. Die entsprechende Abweichung ist

$$\Delta \sigma_B = 4.65 - 4.58 = 0.07.$$

gen und braucht nicht in Betracht gezogen zu werden, da das zweite Glied in der Klammer selbst sehr klein ist.

Nun bekommen wir:

$$\begin{aligned}
 (114) \quad \frac{\sigma L}{L} &= \sqrt{\frac{1}{2n} \left\{ 1 + \frac{(1-3p)L^2}{2m} \right\}} = \\
 &= \sqrt{\frac{1}{2n} \left\{ 1 + \frac{L^2}{2} \left(\frac{1}{m} - \frac{3}{s} \right) \right\}} = \\
 &= 0.250 \sqrt{1 + \frac{L^2}{2} \left(\frac{1}{m} - 0.000342 \right)},
 \end{aligned}$$

weil $n=8$ und $s=8766$ ist.

Wenn m wächst, dann

$$\frac{\sigma L}{L} \rightarrow 0.250,$$

was auch selbstverständlich ist, denn bei grossem m kommt

II. Es sei

$$s = 1000$$

$$n = 8$$

$$m = 300, \text{ damit ist}$$

$$p = 0.30$$

$$\sigma_B = \sqrt{1000 \cdot 0.30 \cdot 0.70} = 14.50$$

$$\sigma m = \frac{14.50}{\sqrt{8}} = 5.12.$$

Nehmen wir jetzt analog für m die Abweichung σm an. Dann ist

$$m = 305.1 \quad \text{und}$$

$$p = 0.3051$$

$$\sigma_B = \sqrt{1000 \cdot 0.3051 \cdot 0.6949} = 14.57.$$

Die entsprechende Abweichung von σ_B ist

$$\Delta \sigma_B = 14.57 - 14.50 = 0.07.$$

Nach der Formel ist

$$\sigma_{\sigma_B} = \frac{1-0.6}{2\sqrt{8}} = 0.071.$$

2. Wenn $p = \frac{1}{2}$ ist, dann ist

$$\sigma_{\sigma_B} = 0,$$

d. h. in der Umgebung von $p = \frac{1}{2}$ ist das theoretisch bestimmte σ_B sehr genau.

$\frac{\sigma_{\sigma_B}}{\sigma_B}$ nicht mehr in Betracht und in der Formel (106) bleibt nur

$$\frac{\sigma L}{L} = \frac{\sigma_{\sigma_L}}{\sigma_L} = \frac{1}{2\sqrt{n}} = 0.250.$$

Aber eine einfache Berechnung zeigt auch, dass bei den in Betracht kommenden m -Werten die Grösse $\frac{\sigma L}{L}$ nicht viel von 0.250 abweicht.

$$\text{Bei } m = 400 \quad \text{ist} \quad \frac{\sigma L}{L} = 0.2503$$

$$\text{„ } m = 100 \quad \text{„ } \frac{\sigma L}{L} = 0.252$$

$$\text{„ } m = 50 \quad \text{„ } \frac{\sigma L}{L} = 0.254$$

$$\text{„ } m = 10 \quad \text{„ } \frac{\sigma L}{L} = 0.268.$$

3. Die maximale Grösse σ_{σ_B} (wenn $p \rightarrow 0$ oder $p \rightarrow 1$) ist

$$\sigma_{\sigma_{B_{\max}}} = \frac{1}{2\sqrt{n}}.$$

Da die letztere Grösse bei jedem n kleiner als $\frac{1}{2}$ ist, zeigt dies die grosse Genauigkeit der Bernoullischen Formel. Wie im Folgenden gezeigt wird, ist die Genauigkeit bei der Bestimmung von σ_B nach der Bernoullischen Formel fast immer grösser.

Für das aus empirischen Häufigkeitszahlen berechnete σ_B ist

$$\begin{aligned} \sigma_{\sigma_B} &= \frac{\sigma_B}{\sqrt{2n}} = \\ &= \sqrt{s \frac{(p - p^2)}{2n}}. \end{aligned}$$

Damit das nach der Bernoullischen Formel berechnete σ_B genauer wäre, muss

$$\frac{|1 - 2p|}{2\sqrt{n}} < \sqrt{s \frac{(p - p^2)}{2n}}$$

sein, wo

$$s > \frac{(1 - 2p)^2}{2(p - p^2)} \quad \text{ist.}$$

Folgende Tabelle zeigt die entsprechenden s -Werte für einige p -Werte.

p	0.2	0.1	0.01	0.001	0.0001	0.00001
s	2	5	50	500	5000	50000

Der mittlere Wert von $\frac{\sigma L}{L}$ für alle Klassen beträgt

$$(115) \quad \frac{\sigma L}{L} = 0.256.$$

Setzen wir diesen Wert in (104) ein, so ist

$$(116) \quad \frac{\sigma K}{K} = 0.256 \frac{L^2}{L^2 - 1}.$$

Nach (101) ist

$$(117) \quad L^2 - 1 = sK^2$$

und

$$(118) \quad L^2 = 1 + sK^2.$$

Setzen wir jetzt letzteren Ausdruck in (116) ein, so ist

$$(119) \quad \frac{\sigma K}{K} = 0.256 \left(\frac{1}{sK^2} + 1 \right).$$

Wenn wir voraussetzen, dass K konstant ist, ermöglicht die Gleichung (119) die mittlere Abweichung für K zu bestimmen.

Eine Betrachtung der Tabelle zeigt, dass bei sog. „kleinen Zahlen“, wo $p \approx 0$ ist, man doch genauer prüfen müsste, welche Berechnungsart sich für σ_B besser eignet — die auf der Bernoullischen Formel beruhende oder jene nach den Häufigkeitszahlen. Um ein zweckmässiges Kriterium zu finden, das zeigen würde, welche Methode im gegebenen Fall die bequemere sei, multiplizieren wir die beide Seiten der letzten Formel mit p . Dann bekommen wir:

$$sp > \frac{(1 - 2p)^2}{2(1 - p)}.$$

Da immer

$$1 - 2p < 1 - p$$

und

$$(1 - 2p)^2 < 1 - 2p,$$

so ist

$$(1 - 2p)^2 < 1 - p.$$

Daraus ist zu ersehen, dass die obengegebene Bedingung dann erfüllt ist, wenn

$$sp > \frac{1}{2}$$

ist, oder

$$m > \frac{1}{2}$$

ist.

Dadurch ist erklärt, dass wenn die mittlere Häufigkeitszahl grösser als $\frac{1}{2}$ ist, auch das mit Hilfe der Bernoullischen Formel berechnete σ_B genauer ist als das aus den Häufigkeitszahlen erhaltene. Bei praktisch vorkommenden statistischen Reihen ist diese Forderung fast immer erfüllt.

Nach unseren Daten ist durchschnittlich

$$K = 3.20\% \pm 0.16\%.$$

Damit ist

$$(120) \quad \frac{\sigma K}{K} = 0.284 \pm 0.002,$$

wo

$$(121) \quad \sigma K = 0.91\% \pm 0.04\%$$

ist.

Aus den gegebenen K -Werten berechnen wir, dass

$$(122) \quad \sigma K = 1.20\%$$

ist.

Da das letzte σK aus 58 Zahlen berechnet worden ist, ist sein Fehler

$$(123) \quad \sigma_{\sigma K} = 0.11\%.$$

Die Differenz zwischen den beiden σK beträgt $0.29\% \pm 0.12\%$, ist also fast $2\frac{1}{2}$ mal grösser als der mittlere Fehler von σK . Darum ist die Wahrscheinlichkeit, dass σK zufällig so gross ist, ganz gering ($\approx 1\%$), und es ist richtiger anzunehmen, dass auf der Temperaturskala alle Stellen nicht gleich gestört sind (z. B. der Umkreis von 1° und der Unterschied zwischen höheren und niedrigeren Temperaturen).

4. Die angeführten Berechnungen verlangen noch eine Korrektur. Das zur Bestimmung der Störungsstreuung verwendete σ_B ist unter der Voraussetzung berechnet, dass die Wahrscheinlichkeit für jede Temperaturklasse konstant ist. Wie bekannt, ist jedoch das Auftreten der Temperaturen während eines Jahres sehr veränderlich. So kommen im Sommer niedrige Temperaturen (unter 0°) fast nie vor, und ebenso im Winter fast nie hohe Temperaturen (über $+10^\circ$). Damit haben wir es innerhalb eines „Versuches“ mit einer veränderlichen Wahrscheinlichkeit zu tun, und die Streuung muss nicht nach der Bernoullischen, sondern nach der Poissonschen Formel berechnet werden.

Die Streuung der Poissonschen Reihe ist nach der bekannten Formel folgende:

$$(124) \quad \sigma_P^2 = \sigma_B^2 = \Sigma(p_i - p_0)^2.$$

Hier bedeuten: σ_P — das Streuungsmass der Poissonschen Reihe, σ_B — dasselbe Mass der Bernoullischen Reihe, p_0 — die mittlere Wahrscheinlichkeit für das ganze Jahr und p_i — die Wahrscheinlichkeit für jede einzelne Beobachtung.

Um zu schätzen, wie gross der Unterschied zwischen σ_P und σ_B ist, schreiben wir die letzte Formel in folgender Form:

$$\begin{aligned}
 (125) \quad \sigma_P^2 &= s p_0 q_0 - s \sum \frac{(p_i - p_0)^2}{s} = \\
 &= s p_0 q_0 - s \sigma_{**}^2 = \\
 &= s p_0 q_0 \left(1 - \frac{\sigma_{**}^2}{p_0 q_0} \right),
 \end{aligned}$$

wo

$$\sigma_{**}^2 = \frac{1}{s} \sum (p_i - p_0)^2 \quad \text{und} \quad q_0 = 1 - p_0$$

ist.

Weil nach den Beobachtungsdaten q_0 immer grösser als 0.95 ist (durchschnittlich 0.98), so können wir in der Formel (125) $q_0 = 1$ nehmen, und wir erhalten dann:

$$(126) \quad \sigma_P^2 = \sigma_B^2 \left(1 - \frac{\sigma_{**}^2}{p_0} \right).$$

Bezeichnen wir die Grösse

$$\frac{\sigma_{**}^2}{p_0} = 2\kappa$$

und berechnen sie für jede Temperaturklasse, so sehen wir, dass 2κ immer kleiner als 0.05 ist (durchschnittlich 0.024). Darum können wir auf Grund von (126) schreiben:

$$(127) \quad \sigma_P = \sigma_B (1 - \kappa).$$

Die folgende Tabelle (Tab. 4) gibt für jede Temperaturklasse die entsprechenden p_0 -, σ_{**} - und κ -Werte in Prozenten.

¹⁾ Die Berechnung von σ_{**} ist dadurch vereinfacht worden, dass die Wahrscheinlichkeit p_i für jeden Monat als konstant angenommen worden ist. Dadurch ist

$$\sigma_{**}^2 = \sum_{i=1}^{12} \frac{(p_i - p_0)^2}{12},$$

wo p_1 die entsprechende Wahrscheinlichkeit für den Januar, p_2 für den Februar u. s. w. ist.

Tab. 4.

t	p_0	σ_s	z	t	p_0	σ_s	z
28	0.12	0.36	0.5	0	4.94	4.04	1.7
27	0.16	0.39	0.5	— 0	3.43	2.80	1.2
26	0.32	0.62	0.6	— 1	2.94	2.51	1.1
25	0.41	0.68	0.6	— 2	2.90	2.77	1.3
24	0.53	0.89	0.8	— 3	2.53	2.61	1.4
23	0.70	1.08	0.8	— 4	2.37	2.62	1.4
22	0.91	1.49	1.2	— 5	2.24	2.48	1.4
21	0.98	1.58	1.3	— 6	1.96	2.22	1.3
20	1.28	1.86	1.4	— 7	1.64	2.00	1.2
19	1.56	2.22	1.6	— 8	1.53	2.00	1.3
18	2.07	2.79	1.9	— 9	1.53	2.05	1.4
17	2.42	3.38	2.4	—10	1.27	1.69	1.1
16	3.02	3.88	2.5	—11	1.07	1.63	1.2
15	3.17	3.86	2.4	—12	1.06	1.58	1.2
14	3.42	3.90	2.2	—13	0.86	1.25	0.9
13	3.63	3.98	2.2	—14	0.81	1.27	1.0
12	3.48	3.75	2.0	—15	0.58	0.97	0.8
11	3.47	3.42	1.7	—16	0.53	0.91	0.8
10	3.17	3.22	1.6	—17	0.41	0.58	0.4
9	3.25	3.32	1.7	—18	0.29	0.47	0.4
8	3.27	3.54	1.9	—19	0.25	0.47	0.4
7	2.79	3.85	2.7	—20	0.14	0.26	0.2
6	3.07	3.02	1.5	—21	0.12	0.22	0.2
5	3.11	3.05	1.5	—22	0.10	0.21	0.2
4	3.04	2.86	1.4	—23	0.12	0.26	0.3
3	3.32	3.09	1.4	—24	0.08	0.19	0.2
2	3.63	3.38	1.6	—25	0.07	0.17	0.2
1	5.05	4.29	1.8				

Aus der Tabelle erschen wir, dass σ_p durchschnittlich nur um 1.0% von σ_B abweicht (maximal um 2.7%).

Nach (111) ist

$$\sigma_{\sigma_B} = - \frac{1 - 2p}{2\sqrt{n}} \frac{L}{L}.$$

Weil $n = 8$ ist und durchschnittlich $p = 0.02$ und $L = 3.3$ sind, so beträgt durchschnittlich

$$\sigma_{\sigma_B} = \frac{0.96 \cdot 3.3}{2\sqrt{8}} = 0.56.$$

Da die Grösse σ_B zwischen 2.0 und 20.9 schwankt (die durchschnittliche Grösse von σ_B ist 11.0), verändert sich der relative Fehler von σ_B in den Grenzen von 2.7 % bis 28 % und hat die durchschnittliche Grösse von 5.1 %. Im Vergleich zu dieser Zahl ist die Differenz zwischen σ_B und σ_P viele Male kleiner, und wir können ruhig statt $\sigma_P \sigma_B$ schreiben.

Bei anderen meteorologischen Elementen (Windgeschwindigkeit, relative Feuchtigkeit und Luftdruck) ist diese Differenz noch kleiner, denn jene weisen in ihrem jährlichen Verlaufe eine viel grössere Stetigkeit auf als die Temperatur.

5. Im folgenden wollen wir die Grösse des Störungskoeffizienten beim Luftdruck (P_{mb}) betrachten. Die folgende Tabelle (Tab. 5) gibt analog jener für die Temperatur die notwendigen Grössen.

Tab. 5.

P_{mb}	m	σ_L	σ_B	δ	$K\%$	$C\%$
40—43	3	7	1.8	7	4.1	212
36—39	18	21	4.2	21	5.3	117
32—35	40	32	6.3	31	5.3	78
28—31	90	55	9.4	54	6.2	60
24—27	178	99	13.2	97	7.8	54
20—23	341	75	18.1	73	4.3	22
16—19	472	106	21.1	103	5.2	22
12—15	708	76	25.5	71	3.0	10
08—11	1060	140	30.5	137	4.8	13
04—07	1342	199	33.7	196	6.2	15
00—03	1303	170	33.3	167	5.4	13
96—99	1144	141	31.5	138	4.7	12
92—95	831	44	27.4	33	1.3	4
88—91	546	100	22.6	97	4.6	18
84—87	291	50	16.8	47	3.0	16
80—83	174	64	13.1	63	5.1	36
76—79	108	26	10.3	24	2.4	22
72—75	64	41	8.0	40	5.4	62
68—71	23	18	4.8	18	4.0	78
64—67	8	8	2.8	8	3.0	100
60—63	2	5	1.6	5	3.5	250
56—59	5	10	2.2	10	4.7	200
52—55	2	5	1.3	4	3.7	200

Aus dieser Tabelle ist ebenfalls ersichtlich, dass K mehr oder weniger konstant ist, C aber in einer gewissen Be-

ziehung zu der Grösse m steht. Das Gesagte wird noch deutlicher, wenn wir die Fig. 8 betrachten.

Zur Erklärung der sehr grossen Korrelationskoeffizienten ($|r| > 0.9$) zwischen m und C kann man keine physikalischen Ursachen angeben.

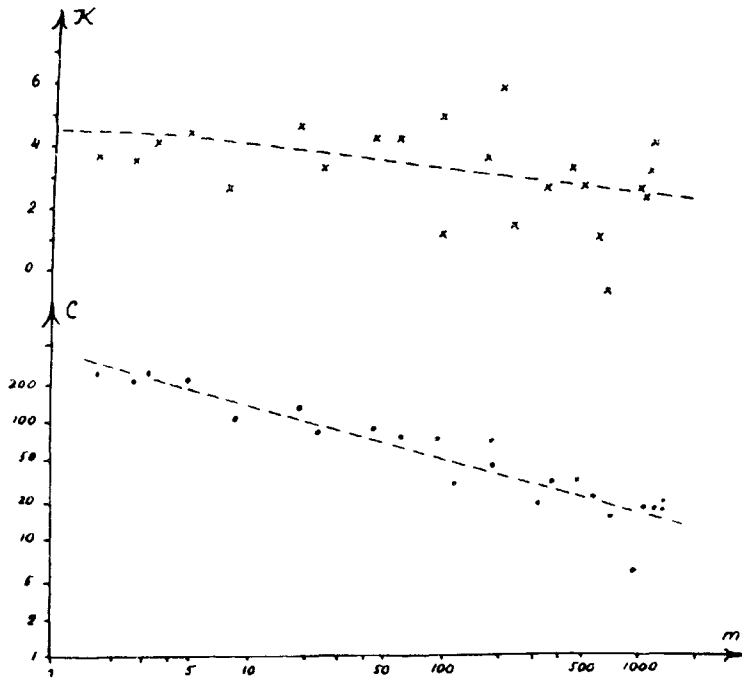


Fig. 8.

In Fig. 9 ist die Abhängigkeit zwischen Luftdruck und K dargestellt worden.

Aus der Fig. 9 ersieht man, dass zwischen K und dem Luftdruck ein geringer positiv-korrelativer Zusammenhang besteht; die Abweichungen der Grössen K von ihrem mittleren Werte sind aber so gross, dass dieser Zusammenhang nur scheinbar sein kann. Um zu beurteilen, ob die genannten Abweichungen zufällige sind oder nicht, berechnen wir, wie auch bei der Temperatur, die Grösse σK und vergleichen sie mit dem aus dem Beobachtungsmaterial berechneten σK .

Berechnen wir nach der Formel (114) für jede Klasse $\frac{\sigma L}{L}$ und deren arithmetisches Mittel, so erhalten wir für das letztere:

$$\frac{\sigma L}{L} = 0.257.$$

Nach der Formel (119) ist

$$\begin{aligned} \frac{\sigma K}{K} &= 0.257 \left(1 + \frac{1}{s K^2} \right) = \\ &= 0.272 \pm 0.002, \end{aligned}$$

denn der durchschnittliche Wert von K ist

$$K = 4.48 \pm 0.29.$$

Hieraus erhalten wir für σK den Wert

$$\sigma K = 1.22 \pm 0.07.$$

Aus dem Beobachtungsmaterial berechnet, beträgt

$$\sigma K = 1.40 \pm 0.21.$$

Die Differenz zwischen beiden σK ist

$$0.18 \pm 0.22.$$

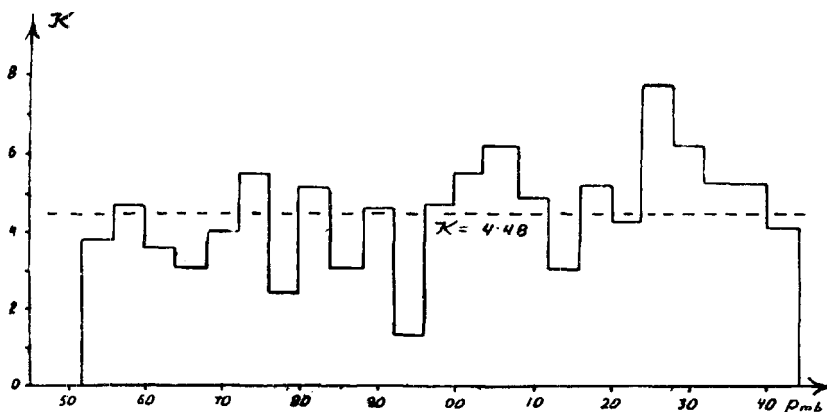


Fig. 9.

Darum kann man sagen, dass die Störung für jede Luftdruckklasse konstant ist, was auch einer intuitiven Kalkulation gemäss annehmbar ist.

6. Ebenso steht es mit der Windgeschwindigkeit. Die folgende Tabelle (Tab. 6) bietet analog den früheren Tabellen

die entsprechenden Daten für jede Geschwindigkeitsklasse (v m/sec).

Tab. 6.

$\frac{v}{\text{m/sec}}$	m	σ_L	σ_B	δ	$K\%$	$C\%$
0	143	34	11.9	32	2.9	22.4
1	1011	103	29.9	98	3.5	9.7
2	2519	151	42.3	145	3.7	5.8
3	1839	117	38.2	111	3.1	6.0
4	1305	105	33.3	100	3.2	7.7
5	901	79	28.4	74	2.8	8.2
6	496	73	21.6	70	3.5	14.1
7	303	62	17.1	60	3.8	19.8
8	150	23	12.1	20	1.8	13.3
9	57	13	7.5	10	1.4	17.5
10	23	7	4.8	5	1.1	21.7

Wir kommen zu dem Schluss, dass durchschnittlich

$$\frac{\sigma L}{L} = 0.253$$

und

$$\frac{\sigma K}{K} = 0.290 \pm 0.007$$

ist, denn der durchschnittliche Wert von K ist

$$K = 2.80 \pm 0.28.$$

Hieraus erhalten wir:

$$\sigma K = 0.81 \pm 0.06.$$

Aus den Beobachtungsdaten berechnet, ist

$$\sigma K = 0.93 \pm 0.20.$$

Die Differenz zwischen den beiden σK beträgt hiernach

$$0.12 \pm 21.$$

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass die Störung für alle Geschwindigkeitsklassen als konstant angenommen werden kann.

7. Zuletzt wollen wir die Störung der relativen Feuchtigkeit betrachten. Analog dem Vorhergehenden bietet die

folgende Tabelle (Tab. 7.) für jede Feuchtigkeitsklasse ($R\%$) die entsprechenden m -, σ_L -, σ_B -, δ -, K - und C -Werte.

Tab. 7.

$R\%$	m	σ_L	σ_B	δ	$K\%$	$C\%$	$R\%$	m	σ_L	σ_B	δ	$K\%$	$C\%$
100	221	244	14.7	244	17.8	110	65	81	13	8.9	10	1.2	12
99	145	96	12.0	95	8.6	66	64	73	15	8.5	12	1.5	16
98	226	88	14.8	87	6.3	38	63	76	14	8.7	11	1.4	14
97	273	67	16.2	65	4.3	24	62	72	16	8.5	14	1.8	20
96	317	69	17.5	67	4.1	21	61	65	16	8.0	14	1.9	22
95	353	63	18.4	60	3.5	17	60	73	16	8.5	14	1.8	19
94	375	48	19.0	44	2.5	12	59	66	12	8.1	9	1.2	14
93	371	83	18.9	81	4.6	22	58	62	16	7.8	14	1.9	23
92	342	55	18.1	52	3.1	15	57	65	13	8.0	10	1.3	15
91	334	62	17.9	59	3.5	18	56	55	12	7.4	9	1.8	16
90	353	67	18.4	65	3.8	18	55	59	16	7.6	14	2.0	24
89	297	36	16.9	32	2.1	11	54	54	15	7.3	13	1.9	24
88	284	20	16.6	11	0.7	4	53	46	13	6.7	11	1.7	24
87	273	28	16.3	23	1.5	8	52	51	9	7.1	5	0.8	10
86	268	48	16.1	45	3.0	17	51	44	9	6.6	6	1.0	14
85	237	49	15.2	46	3.3	19	50	48	13	6.9	11	1.7	23
84	233	61	15.0	59	4.2	25	49	44	10	6.6	8	1.3	23
83	203	40	14.1	37	2.7	18	48	40	9	6.3	6	1.0	15
82	197	23	13.9	18	1.4	9	47	38	11	6.1	9	1.6	24
81	181	18	13.3	12	1.0	7	46	36	8	6.0	5	0.9	14
80	180	27	13.2	24	1.9	13	45	34	13	5.8	12	2.2	35
79	154	29	12.3	26	2.3	17	44	29	7	5.4	4	0.8	14
78	153	31	12.3	28	2.5	18	43	27	8	5.2	6	1.3	22
77	146	28	12.0	25	2.2	17	42	25	8	5.0	6	1.3	24
76	135	23	11.5	20	1.9	15	41	24	10	4.9	9	2.0	38
75	134	15	11.5	10	0.9	8	40	23	11	4.8	10	2.3	44
74	130	22	11.3	19	1.8	15	39	21	10	4.6	9	2.1	43
73	124	22	11.0	19	1.7	15	38	19	8	4.3	7	1.7	37
72	122	18	11.0	14	1.4	12	37	17	7	4.1	6	1.6	35
71	100	11	9.9	5	0.5	5	36	13	8	3.6	7	2.1	56
70	108	18	10.3	15	1.6	14	35	13	11	3.6	10	3.0	78
69	96	22	9.7	20	2.2	21	34	10	5	3.2	4	1.4	40
68	94	14	9.6	10	1.1	11	33	7	7	2.6	6	2.4	86
67	90	20	9.4	18	2.1	20	32	4	5	2.0	5	2.7	125
66	84	20	9.1	18	2.1	21							

Hier ist das Problem ein wenig komplizierter als in den vorigen Fällen. Aus der Tabelle ersieht man, dass die K -Werte nicht als konstant angenommen werden können, denn dazu

ist der Unterschied zwischen einigen Werten zu gross. Daraus folgt, dass einige Feuchtigkeitsklassen mehr gestört sind als die anderen. Das Gesagte wird durch Fig. 10 veranschaulicht, in welcher der Zusammenhang zwischen der relativen Feuchtigkeit ($R\%$) und K gegeben wird.

Aus der Figur 10 ersieht man, dass K bis zu 95–96% mehr oder weniger konstant ist. Um das zu beweisen, berech-

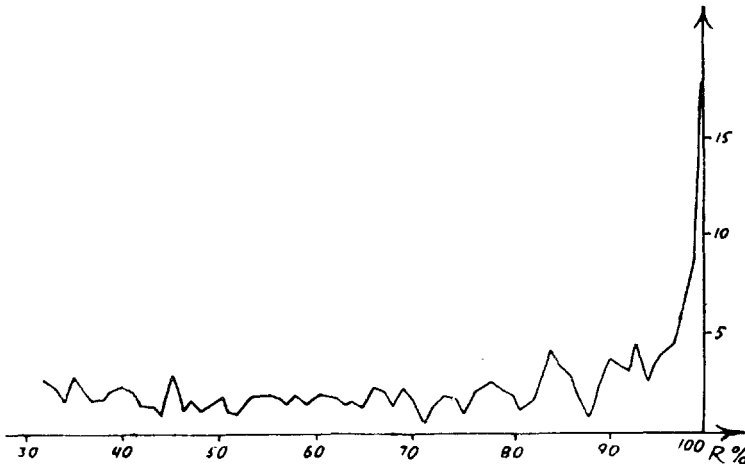


Fig. 10.

nen wir analog dem Vorhergehenden den mittleren Fehler K und vergleichen ihn mit dem aus den K -Daten berechneten.

Nach (114) erhalten wir, dass

$$\frac{\sigma L}{L} = 0.258$$

und dass damit

$$\frac{\sigma K}{K} = 0.337 \pm 0.008$$

ist, denn der mittlere Wert von K ist

$$K = 1.93 \pm 0.10.$$

Hieraus erhalten wir:

$$\sigma K = 0.65 \pm 0.02.$$

Aus den Beobachtungsdaten berechnet, ist

$$\sigma K = 0.85 \pm 0.07.$$

Die Differenz zwischen den beiden σK beträgt

$$0.20 \pm 0.07.$$

Auf Grund dieser Resultate kann man sagen, dass bei relativen Feuchtigkeiten bis zu 95% (incl.) alle Klassen nicht gleich gestört sind; aber die Abweichung von einem konstanten Wert ist ganz gering. Dies ersieht man auch aus der folgenden Figur (Fig. 11), wo der Zusammenhang zwischen K und m gezeigt wird.

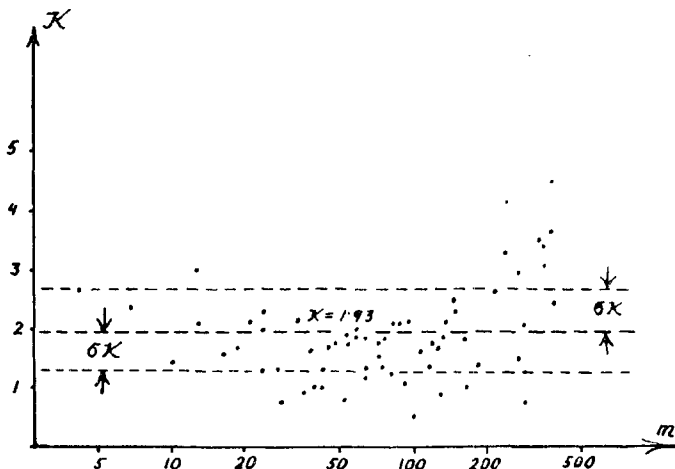


Fig. 11.

Warum die grossen relativen Feuchtigkeiten mehr gestört sind als die kleinen, besonders diejenigen in der Nähe von 100%, kann durch mehrere Ursachen erklärt werden. Die Hauptursache ist die, dass diese Feuchtigkeiten in der Nähe vom Kondensationspunkte des Wasserdampfes liegen. Wegen der klimatologischen Unterschiede zwischen den verschiedenen Jahren können die Feuchtigkeiten in einem Jahre 100% nicht erreichen, in anderen aber sie weit übersteigen. Da jedoch aus physikalischen Gründen (die Kondensation) dieses letztere nicht möglich ist, so lassen sich alle Klassen mit relativer Feuchtigkeit über 100% zu einer Klasse ($R = 100\%$) zusammenfassen, und dadurch wird auch ein hoher Wert der Störung erreicht. Zweitens ist bei ein und derselben Temperatur die maximale Spannkraft des Wasserdampfes nicht immer konstant, und deshalb

müsste man auch relative Feuchtigkeiten über 100% einführen. Das wird aber nicht getan, sondern man nimmt die bei der Kondensation wirklich vorhandene Spannkraft als 100% und die anderen proportional an. Dadurch werden die Klassen verschoben, und zwar desto mehr, je näher sie zu 100% stehen, was die Streuung ebenfalls vergrössert. Drittens werden die Beobachtungsdaten der relativen Feuchtigkeit dem Hygrogramm entnommen, wobei fünfmal täglich mit Hilfe des Assmannschen Aspirationspsychrometers Korrekturen angebracht werden. Für die dazwischenliegenden Stunden, in welchen die relative Feuchtigkeit nach dem Hygrogramm wegen der sich immer ändernden Korrektur über 100% steigt, nimmt man die grösste Feuchtigkeit gleich 100% an und korrigiert dementsprechend die anderen Daten. Das verschiebt ebenfalls die Lage der Klassen und vergrössert dadurch die Streuung.

Aus diesen Gründen ist schon im Voraus zu erwarten, dass die 100%-Klasse und die ihr nahestehenden Klassen eine grosse Störung aufweisen.

8. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der neue Störungskoeffizient in der Klimatologie gut anwendbar ist, wobei alle mit Hilfe desselben gezogenen Schlüsse sich physikalisch begründen lassen.

**ÜBER DAS AUFTRETEN
VON ACETYLCHOLIN IM STRÖMENDEN
BLUTE**

VON

ILO SIBUL

TARTU 1938

Die Frage über das Vorkommen und Auftreten von Acetylcholin im Blute verschiedener Organismen hat stets ein reges Interesse erweckt. Trotz zahlreicher experimenteller Untersuchungen ist man aber bisher noch zu keinen eindeutigen Resultaten gekommen. Zwar sind im Blute bald kleinere, bald grössere Mengen Acetylcholin aufgefunden worden, dann aber wieder gar keins (Schrifttum-Zusammenstellungen bei Gaddum (1) und Franel (2)). Im Jahre 1932 wurde von Minz (3) für den Acetylcholinnachweis ein sehr empfindliches, geeignetes und gewissermassen auch spezifisches Testverfahren am Blutegelrückenmuskel eingeführt. Seitdem sind dank dem neuen Verfahren mehrere wertvolle Beiträge zu dieser Frage veröffentlicht worden. Auf Grund der letzten Untersuchungen kann im allgemeinen angenommen werden, dass das arterielle wie auch das venöse Blut gewöhnlich kein biologisch nachweisbares Acetylcholin enthält. Nach vorhergegangener intravenöser Eserin- oder Prostigmininjektion kann aber das aus verschiedenen Venengebieten entnommene Blut einen deutlichen Acetylcholin Gehalt an den Blutegelpräparaten aufweisen. So sind Acetylcholinbefunde im venösen Blute des Darmgebietes (Feldberg und Rosenfeld (4), Dale und Feldberg (5), Donomae (6)), des Herzens (Feldberg und Krayner (7)), verschiedener Drüsen und noch anderer Gebiete mit parasympathischer Innervation festgestellt worden. Widersprüche, die sich hinsichtlich der mit Blut aus der Extremitätenmuskulatur erhaltenen Ergebnisse gezeigt haben, bringen neuerdings zu dieser Frage ein anscheinend ganz neues Problem hinzu.

Das Vorkommen von Acetylcholin im venösen Blute der ruhenden Muskulatur wie auch während ihrer Arbeitshyperämie ist in den letzten Jahren besonders eifrig untersucht worden, wobei einerseits der Mechanismus der Gefässdilatation, andererseits die cholinergische Funktion der motorischen Nervenfasern ins Auge gefasst wurden. Die erzielten Resultate widersprechen jedoch einander. Im allgemeinen lässt sich sagen,

dass das Blut aus der Extremitätenvene, falls dem Tier nicht allzu grosse Physostigmingaben injiziert worden waren, auf den Blutegel nicht einwirkt. Wenn die Hinterbeinmuskulatur von Hunden und Katzen, direkt oder indirekt über ihre Nerven gereizt, in Arbeit gesetzt wird, so tritt in der Perfusionsflüssigkeit Acetylcholin auf (Dale, Feldberg und Vogt (8)) und soll dieses Acetylcholin von der Erregung der motorischen Nervenfasern herrühren. Ferner ist auch von Bülbring und Burn (9) gezeigt worden, dass in der Perfusionsflüssigkeit der Extremitätenmuskulatur bei infolge von Reizung der sympathischen Nervenfasern auftretender Gefässdilatation Acetylcholin nachzuweisen ist. Es wird also verschiedenerseits über einen Übertritt von Acetylcholin in die Blutbahnen der Muskulatur berichtet.

Eine Reihe anderer Autoren leugnet auf Grund ihrer Experimente das Auftreten von Acetylcholin in der Blutbahn im Bereiche der willkürlichen Muskulatur unter normalen Kreislaufverhältnissen überhaupt ab. Franel (2) konnte in ihren eingehenden Untersuchungen im Gegensatz zu Dale und anderen bei der Muskelarbeit nur ausnahmsweise eine acetylcholinähnliche Substanz in der Perfusionsflüssigkeit oder auch im Blut nachweisen. Auch Fleisch, Sibul und Kaelin (10) kamen zu einem prinzipiell gleichen Resultate. Diese Autoren konnten im venösen Blute der elektrisch tetanisierten Muskulatur solange kein Acetylcholin nachweisen, als der Kreislauf noch ordnungsgemäss funktionierte. Sobald er aber gegen Ende des Versuches bei niedrigem Blutdruck insuffizient wurde, konnte Acetylcholin im aus der Extremitätenvene entnommenen Blute sowohl während wie auch nach der Muskelreizung oft gefunden werden. Dieser Befund schien von grosser Bedeutung zu sein, indem er eine befriedigende Klärung der strittigen Frage über Acetylcholinbefunde in Aussicht stellte. Die aus ihm zu folgernde Annahme wäre die, dass das Acetylcholin im kreisenden Blute, resp. in der Perfusionsflüssigkeit, vermutlich nur bei geschädigtem Kreislaufe gefunden werden kann. Hiermit ist die Frage über das Acetylcholin-vorkommen im strömenden Blute ins Licht eines pathologischen Phänomens gestellt worden, und es sollten daher zwecks ihrer Klärung die verschiedensten Zusammenhänge möglichst bald experimentell erforscht werden.

Die von uns (Fleisch, Sibul und Kaelin (10)) gemachte Beobachtung, dass ein insuffizienter Kreislauf mit allgemeinbedrohlichem Zustande des Organismus eine Grundbedingung für das Auftreten von Acetylcholin im strömenden Blute ist, veranlasste uns die Blutuntersuchungen auf Acetylcholingehalt noch auf weitere pathologische Kreislaufverhältnisse auszudehnen. Dabei tauchte die Frage auf, ob das Acetylcholin bei sämtlichen Kollapsformen im Blute zu finden sei, ja ob nicht vielleicht die Kollapserscheinungen zum Teil sogar durch das Acetylcholin verursacht würden. Eigentlich stellt das Auftreten von Histamin und von anderen biochemischen Verbindungen beim anaphylaktischen Schock und bei anderen Schock- und Reaktionsformen ja nichts Besonderes dar; in bezug auf das Acetylcholin fehlen aber anscheinend noch jegliche diesbezügliche experimentelle Beobachtungen. Gewisse Ähnlichkeiten zwischen Kollapszuständen einerseits und der Acetylcholinwirkung andererseits scheinen in der Tat zu bestehen, indem der eine wie der andere Zustand als wichtigstes Charakteristikum die Herabsetzung der Kreislaufleistung aufweist. Jedoch kann auf Grund einer solchen unsicheren Analogie und vielleicht einiger weiterer indirekter Zusammenhänge in der uns beschäftigenden Frage nichts entschieden werden. Nur weitere experimentelle Forschungen können hier eine sichere Antwort geben. Zweifellos dürften die Ergebnisse solcher Untersuchungen nicht nur vom physiologischen, sondern auch vom klinischen Gesichtspunkte aus interessant werden.

In den vorliegenden Untersuchungen habe ich folgende experimentell erzeugbare Kollapsformen resp. den Reaktionszustand seitens des Kreislaufes nach Adrenalinzuführung in Betracht gezogen: 1) den Entblutungskollaps, 2) den Peptonkollaps, 3) den Wundkollaps mit Zerquetschungen im Bereiche des Peritoneums und der Extremitätenmuskulatur und 4) den Reaktionszustand nach Einverleibung grösserer Mengen von Adrenalin. Dabei wurde vorwiegend Blut aus der Vena femoralis untersucht, gelegentlich, bei Zerquetschungen im Darmgebiet, auch Blut aus der Vena cava inferior, oberhalb der Einmündung der Venae hepaticae. Zur Feststellung von Acetylcholin dienten nach Minz (3) hergestellte Blutegelpräparate.

Methodik.

Als Versuchstiere dienten Katzen, die mit Numal (Roche) und zum Teil auch mit Urethan narkotisiert waren. Zur Feststellung des allgemeinen Kreislaufzustandes wurde bei den Versuchstieren im ganzen Verlaufe des Experiments der arterielle Blutdruck in der Art. femoralis oder auch der Art. carotis mittels eines Quecksilbermanometers registriert. Zur Entnahme der Blutproben für die Analyse auf Acetylcholingehalt wurde in die Vena femoralis eine T-Kanüle so eingebunden, dass die Blutzirkulation nicht gestört wurde. Mit Freigabe des Seitenastes dieser Kanüle und Abklemmen des Rückstromes ins Tier wurde der freie Auslauf von Blut aus der Extremitätenvene erzielt. Dabei gibt die Aufnahmezeit der einzelnen Blutproben, deren Menge immer 5 ccm betrug, eine Vorstellung von der Stromgrösse in der Extremität. Blutentnahmen aus der Vena cava inferior oberhalb des Diaphragma gestattete eine durch die Vena jugularis dext. entsprechend tief eingeführte Sonde. Zur Hemmung der Blutgerinnung wurde den Tieren vor der Einführung der Kanülen 10 mg Liquoid (Roche) pro kg Körpergewicht intravenös gegeben. Um die zerstörende Wirkung der Esterase des Blutes dem Acetylcholin gegenüber auszuschliessen oder zu verhindern, wurde in einem Teil der Versuche den Tieren Eserin oder Prostigmin intravenös injiziert; dabei wurden 1 mg Physostigmin (Physostigmin. sulfuric. „Boehringer & Söhne“) bzw. 0,3 ccm Prostigmin (Roche) pro kg Körpergewicht verabfolgt. Zugleich mit der Physostigmininjektion wurde auch je 0,1 mg Atropin pro kg Körpergewicht gegeben.

Die Beschreibung der Technik zur Erzielung der einzelnen Kollapsformen wie auch weitere Angaben werden weiter unten bei der Wiedergabe der Resultate kurz gegeben werden. Über die Entnahme der Blutproben und die Vorbereitungen für das Testverfahren ist zu sagen, dass das entweder aus der Kanüle in eine kleine Porzelschale aufgenommene oder durch die Sonde in die Spritze gezogene Blut immer sofort mit der im Aufnahmegefäss bereits vorhandenen kalten Physostigminringlösung gemischt wurde. Jeweils 5 ccm Blut wurden in 5 ccm etwas hypotonischer Ringerlösung aufgenommen, deren Physostigminzusatz so gross war, dass ihre Endkonzentration

im Blutgemisch $1:10^5$ betrug. Durch dieses Mischen des Blutes mit der kalten hypotonischen Ringerlösung wurde, erstens, das hypertonische Verhalten des Warmblüterblutes in den Blutegelpräparaten eingeschränkt und, zweitens, die Bluttemperatur rasch herabgesetzt. Zudem wurden den Blutproben noch einige Tropfen 1% Liquoid-Ringerlösung hinzugesetzt, um das mögliche Auftreten von Gerinnungserscheinungen in vitro vollständig auszuschliessen. Das erwies sich als notwendig, weil nach meinen Erfahrungen die gelegentlich beobachteten Erschlaffungsreaktionen der Blutegelpräparate insbesondere dann festzustellen waren, wenn schon geringste Gerinnungserscheinungen stattgefunden hatten. Die so vorbereiteten Blutproben wurden sodann an den Blutegelpräparaten auf Acetylcholingehalt untersucht.

Für die Acetylcholinbestimmungen waren Vorderabschnitte der längshalbierten Blutegeln Rückenmuskeln in ca. 10 cm fassenden Untersuchungsgefässen in ein Hebelsystem eingespannt. Als Nährlösung wurde der von Wacholder (11) angegebene Froschringer verwendet. Die Ringerlösung im Präparatgefäss wurde fortwährend mit Sauerstoff durchperlt. Nach dem Einspannen der Präparate ins Hebelsystem wurden diese auf etwa zwei Stunden stehengelassen. Vor dem Gebrauche der Präparate für eine Bestimmung wurde die gewöhnliche Ringerlösung auf etwa 20 Minuten durch Physostigminringer ($1:200.000$) ersetzt. Darauf wurde die Reaktionsbereitschaft und die Empfindlichkeitsgrösse der Testpräparate auf Acetylcholin durch Zugabe frisch bereiteter Acetylcholinverdünnungen festgestellt, wozu Acetylcholin-Chlorid (Roche) in Ampullen verwendet wurde. Die Reaktion des Blutegelpräparates — Längsveränderungen des Muskelstreifens — wurde mit 8-facher Hebelvergrösserung registriert. Für einen Tierversuch standen immer 4 bis 6 Blutegelpräparate bereit.

Die verwendeten Blutegel waren zum Teil hiesige (Antsla), zum Teil ausländische (Bordeaux), doch war kein prinzipieller Unterschied zwischen den beiden in der Reaktion wie in der Empfindlichkeit Acetylcholin gegenüber festzustellen. Die Schwellenkonzentration von Acetylcholin im Präparatgefäss, bei welcher deutliche Reaktion auftrat, war bei allen Präparaten weitgehend konstant ($1:2 \cdot 10^8$).

Experimentelle Resultate.

Die Zahl der ausgeführten Tierversuche mit parallelen Blutuntersuchungen an Blutegelpräparaten beträgt etwa 50. Einleitend ist ausserdem noch eine Reihe selbständiger Untersuchungen über die Reaktionsbereitschaft der aus Pferdeegeln hergestellten Präparate gemacht worden. Es ergab sich, dass die Pferdeegelpräparate eine prinzipiell gleiche Acetylcholinreaktion zeigen; nur wegen ihrer etwas geringeren Empfindlichkeit und allgemein unsicheren Reaktionsfähigkeit erwiesen sie sich als für Versuchszwecke ungeeignet.

1. Der Entblutungskollaps.

Seinem Wesen nach ist der Entblutungskollaps durch eine Verminderung der kreisenden Blutmenge verursacht. Zum Unterschied von jeglichen anderen Kollapsformen bleibt bei ihm die anatomische wie funktionelle Struktur aller Kreislaufabschnitte unberührt, soweit Störungen nicht nachher, sekundär, auftreten. Somit ist der Entblutungskollaps als eine der einfachsten Kollapsformen aufzufassen. Versuchstechnisch wurden die Tiere durch die Karotiskanüle entblutet, bis der arterielle Blutdruck etwa 10 bis 30 mm Hg betrug. Zumeist wurden je nach der Tiergrösse 60 bis 120 ccm Blut abgelassen. Nach 5 bis 10 Minuten wurde dieses Blut mit einem kleinen Ringerzusatz wieder ins Tier zurückgespritzt. Die frühere Blutdruckhöhe konnte fast in allen Versuchen nach der Reinjektion des Blutes wieder erreicht werden. Das Blut zur Untersuchung auf Acetylcholin bei Kollapstieren wurde aus der Vena femoralis vorher, während des Entblutens in der Kollapsphase, beim Zurückspritzen und in der Nachperiode entnommen. Insgesamt wurden in jedem Falle immer 6 Blutproben entnommen. In Abb. 1a ist die Blutdruckkurve eines der entbluteten Tiere (Nr. 3) dargestellt. Vom Ausschlag der Signallinie (S) nach unten E bis E₁ ist die Zeit der Entblutung angegeben. Von Z bis Z₁ ist das Blut zurückgespritzt worden. Die Blutentnahmen aus der Vena femoralis während der Kollapsphase sind auf der Nulllinie durch Ausschlagen nach unten auf die Dauer der Entnahmezeit vermerkt (Blutproben 5, 6 und 7). Die Blutentnahmen vor dem Kollaps und in der Nachperiode (Blutproben 4 und 8) sind auf der Abbildung nicht zu sehen. Auf Abb.

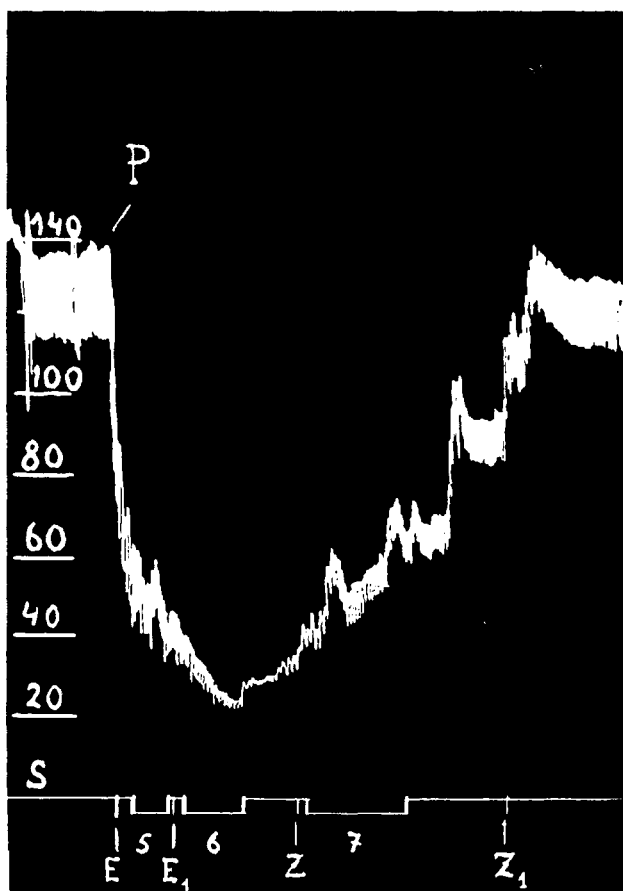


Abb. 1a. Blutdruckregistrierung (Kurve P) bei der Katze in der Phase des Entblutungskollapses. S — Signallinie. 1 mm Absz. = 8".

1b ist die Wiedergabe der Resultate der Einwirkung der Blutproben an den Blutegelpräparaten verzeichnet. Es ist zu ersehen, dass von den vielen Blutproben nur eine, und zwar diejenige, welche beim Zurückspritzen des Blutes ins Tier entnommen wurde, eine Kontraktion des Blutegelmuskels verursacht hat. Nach ungefährender Schätzung dürfte die Acetylcholinkonzentration im Blut $1:10^8$ gewesen sein. Allgemein wurden aber beim Entblutungskollaps nur selten Acetylcholinbefunde gemacht. Eine kurze Übersicht der Ergebnisse ist in der Tabelle 1 zu finden.

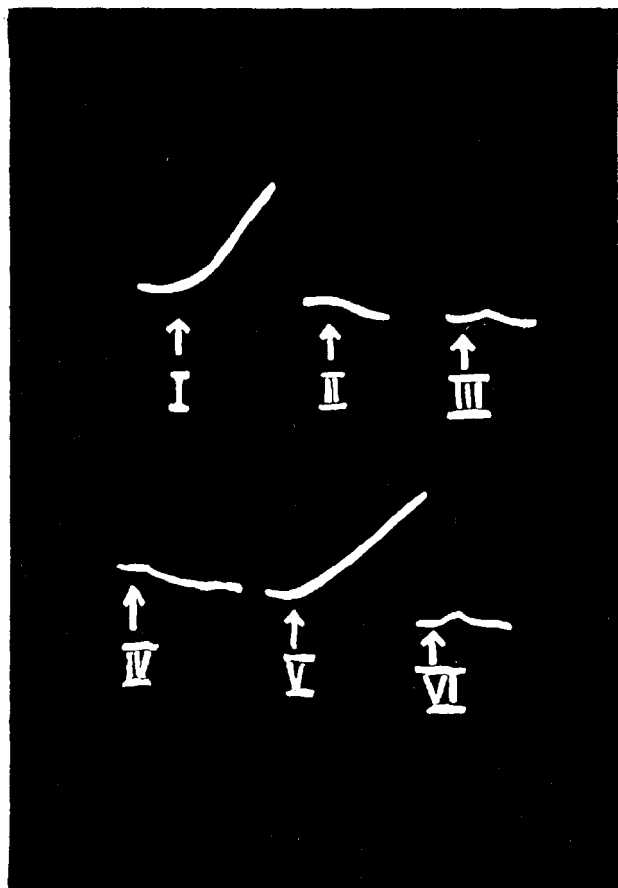


Abb. 1b. Wirkung von Acetylcholin und Blutproben auf die Blutegelpräparate.
 I. Acetylcholin 1:2. 10^8 im Präparatgefäß. II. Blutprobe 4. III. Blutprobe 5.
 IV. Blutprobe 6. V. Blutprobe 7. VI. Blutprobe 8.

In dieser tabellarischen Zusammenstellung sind die gewonnenen Resultate, nach den in den verschiedenen Phasen entnommenen Blutproben getrennt, entsprechend der Entnahmezeit in 5 Säulen angegeben. Diese mehrfachen Blutuntersuchungen an 8 Versuchstieren zeigen, dass die Acetylcholinwirkung nur bei einigen (4) Blutproben festgestellt werden konnte. Auch wenn den Tieren vor der Kollapsausführung Physostigmin, resp. Prostigmin einverleibt worden war (Versuche 5 bis 8), um die Wirkung der Blutesterase schon im Organismus zu hemmen, wurden die Resultate nicht wesentlich verändert.

Tabelle 1.

Wirksamkeit von Blutproben an Blutegelpräparaten.

Vers.- Tier		Blut entnommen				
		Vorher	Entblut.	Kollaps	Zrckspr.	Nachher
1	Ohne Phyostigmin	—	(2) —	—	—	—
2		—	—	—	(2) —	—
3		—	(2) —	—	+	—
4		—	—	—	—	—
5	Mit Phyostigmin	—	(2) —	—	—	—
6		—	—	—	(2) —	—
7		—	+	—	+	—
8		—	+	—	—	(2) —

— bedeutet Fehlen der Acetylcholinreaktion.

+ bedeutet positive Acetylcholinreaktion.

Die Ziffern vor dem Reaktionszeichen geben die Zahl der geprüften Blutproben an.

Als wichtig wäre dabei noch zu bemerken, dass auch diese wenigen auf einen Auftritt von Acetylcholin hinweisenden Befunde nur in Blutproben aus der Kollapsphase erhoben wurden.

2. Der Peptonkollaps.

Intravenöse Injektion von Peptonlösung verursacht beim Versuchstier einen sofort eintretenden schweren Kollapszustand. Im Wesen dieser Wirkung des Peptons auf den Kreislauf liegt eine Erweiterung der peripheren Gefäße und eine Reizung oder sogar Schädigung der Kapillarendothelien. Das alles führt im ganzen zu einer Verminderung der peripheren Widerstandsgrösse und zugleich auch zum Verharren des Blutes an der Peripherie. Vermutlich wird die Kreislaufschädigung durch direkte Einwirkung von toxischen Substanzen auf die Kapillaren und Gefäße hervorgerufen. Somit ist der Peptonkollaps als eine Schockform anzusehen, welche durch Schädigung der Funktionsstruktur des peripheren Kreislaufes und, eventuell, noch durch andere Störungen zustande gebracht wird. Zum Erzeugen von Peptonkollaps bei unseren Versuchstieren wurden ihnen immer etwa 15 bis 20 ccm einer 15 bis 20% Pepton-Ringerlösung

(Witte-Pepton) intravenös injiziert. Das Blut aus der Vena femoralis wurde erst in normalem Zustande, dann während der Einspritzung von Pepton und nachher in weiteren Zeitabschnitten entnommen und auf Acetylcholingehalt untersucht. Die gewonnenen Resultate aus 9 Versuchen in der Gesamtzahl von 49 Prüfungen sind kurz in der folgenden Tabelle 2 dargestellt.

T a b e l l e 2.

Wirksamkeit der Blutproben bei Peptonkollaps.

Zahl der Versuche	Blut entnommen			
	Vorher	Währ. Einspr.	Nachher — 15 Min.	Nachher — 1 St.
6 (ohne Physostigm.)	(5) —, — (+)	(6) —	(15) —, — (+)	(7) —
3 (mit Prostigm.)	(3) —	(3) —	(7) —	(1) —

— bedeutet Fehlen der Acetylcholinreaktion.

— (+) bedeutet eine schwache, fragliche Acetylcholinreaktion.

Die Ziffern vor dem Reaktionszeichen geben die Zahl der geprüften Blutproben an.

Aus dieser Darstellung der Resultate ergibt sich ohne Zweifel, dass Acetylcholin bei Peptonkollaps im Blute der Extremitätenvene nicht nachzuweisen ist. Da der allgemeinbedrohliche Zustand des Kreislaufes in den einzelnen Versuchen immer variabel war, so ist auch nicht anzunehmen, dass bei irgendeiner Reaktionsgrösse die Resultate anders gewesen wären. Die wenigen fraglichen Kontraktionen in einem und demselben Versuche sind wohl durch die Eigenart des betreffenden Blutes bedingt. Massgebend für diese Annahme ist die Tatsache, dass das Blut des Tieres schon vor der Peptoninjektion gleichfalls wirksam war.

3. Der Wundkollaps.

Verletzungen grösserer Gewebepartien, sei es im Bereiche des Peritoneums oder der Extremitätenmuskulatur, führen mehr oder weniger schnell zu einem Kollapszustand. Aus dem all-

gemeinen Symptomenbild des Wundkollapses ist noch die erhöhte Blutkonzentration besonders hervorzuheben, welche durch Plasmaaustritt, vor allem im Wundgebiet, bedingt ist. Nach Eppinger (12) führt die Eindickung des Blutes zur Verminderung der zirkulierenden Blutmenge und zu einem bedrohlichen Kreislaufzustand. Gewiss üben auch die toxischen Zerfallsprodukte aus dem zerstörten Gewebe einen schädigenden Einfluss auf den Allgemeinzustand des Kreislaufes aus (Moon (13), König (14)). Interessant ist es in bezug auf unsere Versuche zu bemerken, dass Ungerinnbarmachung des Blutes die Schockerscheinungen stark vermindern soll (König). Die Narkose aber, insbesondere die Äthernarkose, soll den Auftritt und Verlauf des Schockphänomens sehr begünstigen (Dale (15)).

In meinen Versuchen habe ich die Gewebeverletzungen im Bereiche des Peritoneums oder der Extremitätenmuskulatur vorgenommen. Im ersteren Falle wurden die Gedärme nach Eröffnung der Bauchhöhle in der Linea alba im Verlaufe von 2 bis 4 Minuten mit einem rauen Tuch stark gerieben, gepresst und ausserdem mit grossen Kornzangen vorsichtig zerquetscht. Verletzungen grösserer Blutgefässe wurden dabei vermieden. Schon während dieser Behandlung trat zuerst meist eine schwache Blutdrucksteigerung auf, wonach dann eine meist vorübergehende Blutdrucksenkung zustande kam. Allerdings überschritt diese schnell eintretende Senkung des Blutdruckes nie einen Drittelwert des Ausgangsdruckes. In etwa 2 Stunden und noch später tritt erst langsam der bedrohliche Kollapszustand des Kreislaufes auf. Während des langandauernden Versuchsganges ist die geschilderte Behandlung des Darmes noch mehrfach wiederholt worden. Bei diesen Versuchen wurde das Blut zur Feststellung der Acetylcholinwirkung aus der Vena cava inferior etwas oberhalb des Diaphragmas entnommen. Ausgeführt wurden die Untersuchungen vorher, zur Zeit der Zerquetschung und von Zeit zu Zeit bis zum Tode des Tieres. Den Tieren wurden keine Physostigmin- oder Prostigmininjektionen gemacht, weil dann laut den Untersuchungen von Feldberg und Rosenfeld (4), Dale und Feldberg (5) im Pfortaderblut nach vorhergehender Physostigmininjektion sowieso Acetylcholin zu finden gewesen wäre.

Bei weiteren 3 Versuchstieren wurde die Muskulatur einer Hinterextremität durch starkes Quetschen verletzt. Das verursachte eine allmähliche Blutdrucksenkung und führte schliesslich zum Zusammenbruch des Kreislaufes und des Tieres. Die Blutproben wurden aus der Femoralvene des zerquetschten Beines entnommen. Die Untersuchungen wurden von Zeit zu Zeit bis kurz vor dem Tode ausgeführt. Allen drei Tieren dieser Versuchsserie war vorher Prostigmin oder Physostigmin intravenös einverleibt worden.

In der nächstfolgenden Tabelle 3 werden die Resultate der Blutuntersuchungen der Wundkollapstiere zusammengefasst wiedergegeben. Die beiden Untergruppen dieser Versuchsserie sind getrennt dargestellt.

T a b e l l e 3.
Wirksamkeit der Blutproben bei Wundkollaps.

Zahl der Versuche	Blut entnommen			
	Vorher	Zur Zeit	Nachher	Vor d. Tode
Peritonealbereich (ohne Physostigm.)				
6	(6) —	(7) —, +	(17) —	(5) —, (2) +
Muskelbereich (mit Prostigmin)				
3	(3) —	(3) —	(5) —	(5) —

— bedeutet Fehlen der Acetylcholinreaktion.

+ bedeutet positive Acetylcholinreaktion.

Die Ziffern vor dem Reaktionszeichen geben die Zahl der geprüften Blutproben an.

Aus dem angeführten Material ergibt sich, dass die Blutproben der Wundkollapsfälle nur sehr selten eine Acetylcholinwirkung aufwiesen: nur drei positive Resultate hat es auf etwa 54 Einzelprüfungen gegeben. In einem Versuche wurde bei einer in der Zerquetschungsphase entnommenen Blutprobe und in einem anderen bei den zwei letzten vor dem Tode entnommenen Blutproben Wirksamkeit festgestellt. Es ist wahrscheinlich, dass die gelegentlich feststellbare wirksame

Substanz im Blute der Vena cava inferior aus dem Magendarmgebiet stammt.

Die Untersuchungen der aus der Hinterbeinvene entnommenen Blutproben nach Zerquetschung der Beinmuskulatur haben nicht ein einziges positives Resultat ergeben. Ein Auftreten von Acetylcholin scheint also bei solchen Versuchen ausgeschlossen zu sein, um so mehr als alle drei Tiere vorher Prostigmin, resp. Physostigmin erhalten hatten.

4. Der Adrenalin-Kollapszustand ¹⁾).

Intravenöse Injektion grösserer Adrenalinmengen wird als eine weitere Möglichkeit zur Erzeugung von Kollapszuständen angesehen (Macleod (16)). Nach intravenöser Einverleibung von Adrenalin folgt auf primäre Steigerung des Blutdruckes eine Senkung als Übergang zur sekundären Phase des niedrigen Druckes (Trendelenburg (17)). Diese Phase kann mehr oder weniger lange andauern und der Blutdruck kann gelegentlich die Werte des Ausgangsdruckes deutlich unterschreiten. Diese dem Adrenalinhochdruck folgende Blutdrucksenkung dürfte anscheinend von der reflektorischen Erregung der Gefässdilatorencentren im Gehirn und des verlängerten Markes bedingt sein, wobei auch ein Mitwirken von Stoffwechselprodukten, resp. einigen biochemischen Verbindungen, nicht ausgeschlossen ist (Trendelenburg (17)). Am Eintritt dieser reflektorischen Entlastungsreaktion, die mit allgemeiner Erweiterung der peripheren Blutstrombahnen und Hemmung der Herztätigkeit einhergeht, sind die Erregungen der Pressorezeptoren, insbesondere der Carotissinusnerven, weitgehend beteiligt (Heymans (18)).

Bei unseren Versuchstieren haben wir Adrenalindosen von 0,01 bis 0,5 mg pro Tier intrajugular eingespritzt. Zur Untersuchung auf Acetylcholin wurde das Blut aus der Femoralvene vor der Adrenalinzugabe, während des Adrenalinhochdruckes, während der Blutdrucksenkung, während des niedrigen Druckes und in einer noch etwas späteren Phase entnommen. Da im Verlaufe dieses Experimentes das Blut zur Analyse aus

¹⁾ Bei der Ausführung dieser Versuchsreihe hat uns stud. med. E. Raudam wertvolle Hilfe geleistet.

dem Organismus in relativ grossen Mengen (etwa 30 ccm) abgelassen wurde, so stellen die registrierten Blutdruckkurven eigentlich nicht mehr das normale Verhalten des Blutdruckes dar. Den auftretenden gefässdilatatorischen Reaktionsvorgang nach der Adrenalininjektion konnten wir an der Stromgrösse aus der Extremitätenvene noch besser verfolgen. Der Abfluss aus der Vene war nämlich häufig gerade zur Zeit der Blutdrucksenkung und am Anfang der niedrigen Blutdruckphase stark erhöht. Der erhöhte Ausfluss zur Zeit des niedrigen arteriellen Blutdruckes ist nur durch eine Erweiterung des peripheren Strombezirkes zu erklären.

Die Blutuntersuchungen auf Acetylcholinwirkung nach Adrenalininjektion wurden an zwölf Versuchstieren und öfters wiederholt ausgeführt. Die gewonnenen Resultate sind in Tabelle 4 angeführt. Die sechs ersten Versuche (1 bis 6) sind mit Normaltieren ausgeführt und die folgenden sechs (7 bis 12) mit Tieren, denen vor der Adrenalineinspritzung Physostigmin injiziert worden war. Die letzten 3 Versuchstiere (10, 11 und 12) waren vagotomiert.

Das Fazit der in Tabelle 4 angeführten Versuche bringt uns unmissverständlich zur Annahme, dass die intravenöse Adrenalininjektion fast regelmässig zum Auftreten von Acetylcholin oder einer ähnlich wirksamen Substanz im strömenden Blute des Hinterbeines führt. Die Wirksamkeit des Blutes wurde fast ausschliesslich in der Hochdruck- und der Niederdruckphase, besonders in der letzteren, beobachtet. Das Auftreten dieser Wirksamkeit scheint dabei eng mit der nach der Blutdrucksteigerung eintretenden Phase der Gefässdilatation verbunden zu sein. Deutlich ist aus der Tabelle zu ersehen, dass die später wie auch vor der Adrenalininjektion entnommenen Blutproben fast nie eine ähnliche Wirkung auf die Blutegelpräparate ausgeübt haben. Wenn wir unsere Versuche den verschiedenen Versuchsbedingungen nach (Eserinzugabe, Vagotomie) betrachten, so stellt sich heraus, dass hier in den Resultaten keine prinzipiellen Unterschiede festgestellt werden können. Erstens konnte das Wirksamwerden des Blutes nach der Adrenalininjektion bei den nichteserinisierten Tieren etwa gleich oft festgestellt werden wie bei den eserinierten. Auch quantitativ sind der Reaktionsstärke nach keine grösseren Unterschiede aufgefallen, indem die festgestellten Wirkungen

T a b e l l e 4.

Wirksamkeit von Blutproben bei Adrenalinkollaps.

Vers.- Tier		Adren. Dos. mg.	B l u t e n t n o m m e n			
			Vorher	Hochdruck	Niederdruck	Später
1.	Ohne Physostigmin	1) 0,01	—	+	—	—
		2) 0,1	—	+	—	—
2.		1) 0,03	—	—	—	—
		2) 0,1	—	+	—	—
3.		1) 0,02	— (+)	— (+)	— (+)	—
		2) 0,5	— (+)	— (+)	— (+)	—
4.	Ohne Physostigmin	1) 0,02	— (+)	— (+)	+	— (+)
		2) 0,1	—	— (+)	+	+
5.		1) 0,2	—	(2) —	—, +	—
		1) 0,1	—	—	(2) —	(2) —
6.		2) 0,5	— (+)	+	(2) +	— (+)
7.	Mit Physostigmin	1) 0,06	—	—	(2) —	—
		2) 0,1	—	—	(2) —	—
8.		1) 0,04	—	—	(2) +	— (+)
		2) 0,07	—	—	(2) +	—
9.		1) 0,1	—	+	+	(2) —
10.		1) 0,18	—	—	(2) +	—
vagot.	Mit Physostigmin	1) 0,18	—	—	+, —	—
11.		2) 0,5	—	—	— (+), —	—
vagot.		1) 0,4	—	—	(2) —	—
12.		2) 0,4	—	+	+	—
vagot.						
Total			(12) — (4) — (+)	(12) — (4) — (+) (6) +	(14) — (3) — (+) (14) +	(13) — (3) — (+) (1) +

— bedeutet Fehlen der Acetylcholinreaktion.

— (+) bedeutet eine schwache, fragliche Acetylcholinreaktion.

+ bedeutet positive Acetylcholinreaktion.

Die Ziffern vor dem Reaktionszeichen geben die Zahl der geprüften Blutproben an.

in beiden Serien etwa der Schwellenkonzentration für die Blutegel entsprachen. Zweitens ist zu konstatieren, dass auch an vagotomierten Tieren das Auftreten der wirksamen Substanz festgestellt werden konnte.

Ausser den in der Tabelle wiedergegebenen Versuchen haben wir analoge Untersuchungen gelegentlich auch bei verschiedenen anderen Versuchstieren ausgeführt. Es handelt sich hier-

bei um Versuchstiere, die im Verlaufe einer längeren Zeit schon für andere Versuchszwecke narkotisiert verwendet worden waren. Dabei waren einigen von ihnen im vorhergehenden Versuche grössere Adrenalinmengen gegeben, bei anderen die Vagotomie ausgeführt worden, und noch einige weitere stammten aus unseren Pepton- und Wundkollaps-Versuchen. Bezüglich dieser Versuche muss hervorgehoben werden, dass bei ihnen Acetylcholinreaktionen mit den nach Adrenalininjektion entnommenen Blutproben viel seltener erhalten wurden. Von 12 Versuchstieren wurden nur in drei Experimenten positive Resultate erzielt. In keinem dieser Versuche wurde den Tieren Physostigmin oder Prostigmin gegeben. Eine Erklärung für das relativ seltene Auftreten der Acetylcholinwirkung in den nach der Adrenalininjektion entnommenen Blutproben ist aus den Versuchsbedingungen nicht abzuleiten. Als einziger in Frage kommender Faktor könnte vielleicht die vorherige Verwendungsart der Versuchstiere zur Erklärung herangezogen werden.

*

Zum Schlusse haben wir noch einiges über die Testreaktionen an Blutegelpräparaten nachzuholen. Im allgemeinen übte das Blut der eserinierten wie der nicht eserinierten Tiere auf die Blutegelpräparate normalerweise keine Wirkung aus. Nur ausnahmsweise wurde in wenigen Versuchen eine schwach konstriktorische Wirkung des Blutes gefunden, und sogar ohne dass den Tieren vorher Physostigmin gegeben worden war, und diese Wirkung blieb auch beim Stehenlassen der Blutproben ohne Physostigminzugabe bestehen. Diese Versuche, sofern den ausgelösten Reaktionen nach eine Zunahme der konstriktorischen Wirkung des Blutes nicht festzustellen war, wurden bei der Zusammenstellung der Versuchsergebnisse weggelassen. Weit öfter haben die Blutproben auf die Blutegelpräparate eine schwache dilatatorische Wirkung ausgeübt. Diese die Blutegelmuskulatur zur Erschlaffung bringende Wirkung schien durch schwache Gerinnungserscheinungen im Blute bedingt zu sein, da sie durch grössere Liquoidzugaben zu verhüten und sogar zu beseitigen war. Eine definierte Ursache der dilatatorischen Wirkung kann aber noch nicht angegeben werden.

Im Verlaufe unserer Versuche sind wir noch auf eine weitere Besonderheit gestossen, welche in bezug auf das Acetylcholin vorkommen im Blute anscheinend von Bedeutung ist. Es wurde nämlich beobachtet, dass viele von den untersuchten Blutproben bei längerem Einwirken auf die Blutegelpräparate (etwa 15 bis 20 Minuten) oft eine schwache, zuweilen sogar eine ausgeprägte konstriktorische Wirkung ausübten. Anscheinend ist diese Eigenart mit der durch das ständige Sauerstoffdurchperlen bedingten Arterialisierung des venösen Blutes im Präparatgefäß in Verbindung zu bringen, denn wurde danach dasselbe Blut an einem anderen Blutegelpräparat nochmals geprüft, so zeigten diese Blutproben sofort eine Acetylcholinwirkung. Derartig wirksame Blutproben stammten aus der Phase der Kollapszustände und der Phase nach Adrenalinzugabe. Man kann vermuten, dass das Arterialisieren des Blutes einen im venösen Blute in inaktiver Form vorhandenen Stoff umzuformen oder die acetylcholinähnliche Wirkung des Blutes an sich zu aktivieren vermag. Leider sind wir aber augenblicklich noch nicht imstande, in bezug auf diese Frage etwas sicheres auszusagen. Vorläufig wurden denn auch diese eigenartigen Reaktionen für positive, einer Acetylcholinwirkung entsprechende gehalten.

Zum Schluss wäre noch hinsichtlich unserer Befunde mittels des Blutegelverfahrens im allgemeinen einiges zu erörtern. Wir konnten in unseren Untersuchungen die Zerstörbarkeit des in ihnen wirksamen Prinzips durch Blutesterase nicht feststellen und auch den Nachweis einiger anderer Eigenschaften zur besseren Identifizierung mit Acetylcholin nicht erbringen. Das war durch die hierzu zu geringen Blutmengen, wie auch durch die relativ niedrige Konzentration des Stoffes im Blute bedingt. Einiges in bezug darauf soll noch in nachfolgenden Berichten gebracht werden. Immerhin wird, wenn diese wirksame Substanz allen Eigenschaften nach dem Acetylcholin nicht gleichgestellt werden könnte, dadurch die Deutung unseres Befundes wesentlich nicht verändert. Die hohe Spezifität der Blutegelreaktion an sich garantiert schon, dass es sich bei unseren Befunden, wenn nicht direkt um Acetylcholin, so doch wenigstens um eine ihm sehr nahestehende Verbindung handelt.

Besprechung der Resultate.

Aus den vorliegenden, das Auftreten einer acetylcholin-ähnlichen Wirkung bei der Blutegelreaktion betreffenden Befunden geht hervor, dass Acetylcholin im Blute der Peptonkollapstiere und Wundkollapstiere mit Quetschungen im Bereiche der Muskulatur nicht festzustellen war. Im Blute der Entblutungs- und Wundkollapstiere (letztere mit zerquetschten Gedärmen) wurden hingegen einzelne positive Wirkungen in etlichen Versuchen gefunden: von diesen 14 in Kollapszustand gebrachten Versuchstieren haben nur 4, insgesamt an etwa 6 Blutproben, positive Reaktionen gezeigt. Viel öfter, wenn auch nicht regelmässig, wurde aber das Wirksamwerden des Blutes nach intravenösen Adrenalininjektionen in grösseren Dosen beobachtet: vorwiegend war das aus der Phase der eintretenden gefässdilatatorischen Entlastungsreaktion herstammende Blut wirksam. Von 12 einwandfreien Versuchstieren sind bei 6 klare positive Befunde erhalten worden. Im allgemeinen muss in bezug auf das Wirksamwerden des Blutes für alle Kollapsformen hervorgehoben werden, dass alle positiven Befunde ausschliesslich mit aus einer gewissen, sehr kurzen Zeitspanne stammenden Blutproben erhalten werden konnten.

Die Resultate der im obigen geschilderten Untersuchungen zeigen zusammengefasst, dass das Blut bei einigen Kollapszuständen gar keine, bei anderen nur wenige und beim Adrenalin-Kollapszustand sehr häufige positive Blutegelreaktionen ergibt. Bei diesem Resultat wäre zunächst die Frage zu beantworten: was kann die Ursache dieser Verschiedenartigkeit der Befunde sein? Anscheinend gibt es hierfür nur eine Erklärungsmöglichkeit, nämlich die, dass für dieses Ergebnis der verschiedene Mechanismus der einzelnen Kollapsformen massgebend sei. Dem insuffizienten Kreislaufzustande an sich scheint für die Acetylcholinbefunde in kausalem Sinne keine Bedeutung zuzukommen.

Im Grunde genommen ist der Adrenalin-Kollapszustand, der auch als einziger eine nennenswerte Anzahl von positiven, auf Acetylcholingehalt hinweisenden Befunden ergeben hat, von sämtlichen anderen Kollapsformen zu unterscheiden. Der Adrenalin-Kollapszustand beruht auf einer reflektorischen,

resp. zentralen Gefässerweiterung, auf vagalen Erregungen usw. Ausserdem müssen Adrenalin und Acetylcholin im Organismus als physiologische Antagonisten angesehen werden, und das lässt die Adrenalinwirkung unter einem besonderen Gesichtswinkel betrachten. Das Wesentliche beim Adrenalin-Kollapszustand scheint zu sein, dass er bei Erregungen neurogenen Ursprungs eintritt, während letzteren bei allen anderen Kollapsformen keine merkliche Bedeutung zukommt. Dieser Tatsache kommt im Lichte der heutigen Auffassung der Acetylcholinfrage eine sehr wesentliche Bedeutung zu, indem das Acetylcholin fast allgemein als ein Produkt von Nervenerrregungen angesehen wird. Das alles hat uns zu der Meinung geführt, dass das Auftreten von Acetylcholin in unseren Kollapsformen von Erregungen neurogener Elemente herrührte. Fehlen aber bei einer Kollapsform neurogene Erregungen, oder bleiben sie wenigstens im Hintergrunde, so ist auch das Auftreten von Acetylcholin im Blute nicht oder nur ausnahmsweise nachzuweisen. In unseren Entblutungs- wie Wundkollapsversuchen sind allerdings gewisse Erregungen von Nerven-elementen auch nicht ausgeschlossen. Ob es sich in unseren Versuchen um einen Wirkstoff der sympathischen gefässdilatatorischen (Bülbring und Burn (9)) Fasern oder, eventuell, auch noch einiger anderer Fasern handelt, ist auf Grund der vorliegenden Versuche nicht zu erschliessen.

Unsere Befunde bei dem Adrenalin-Kollapszustande werden, wie die Erklärungen dazu, in gewissem Umfange auch durch verschiedene Ergebnisse anderer Autoren indirekt gestützt. Nach Gollwitzer-Meier und Otte (20) tritt bei reflektorisch durch Reizung des Sinus caroticus ausgelösten Erweiterungen verschiedener, mit künstlicher Nährlösung durchströmter Arterienabschnitte Acetylcholin in der Perfusionsflüssigkeit auf. Auch die aus Blutgefässen hergestellten Extrakte zeigten danach eine etwa 100%-ige Zunahme des Acetylcholingehalts als Folge der Reizung. Von besonderem Interesse ist noch der Befund von Feldberg und Schriever (21), die gezeigt haben, dass nach einer Infusion von Adrenalin bei eserinierten Hunden Acetylcholin in der Cerebrospinalflüssigkeit mit Hilfe von Blutegelpräparaten nachzuweisen ist. Dieses Acetylcholin soll der Vermutung dieser Autoren nach aus dem Hirngewebe in den Liquor hinüberdif-

fundiert sein. Dieser Befund stellt der Analogie nach eine gewisse Bekräftigung unserer Ergebnisse dar. Andererseits ist es aber auffallend, dass diese Autoren im arteriellen wie im venösen Blute derselben Tiere nach der Adrenalininfusion keine Zunahme von Acetylcholin feststellen konnten. Aus der Beschreibung der Versuche ist leider nicht zu ersehen, wie eingehend die Blutuntersuchungen gemacht wurden. Es ist möglich, dass dieser Unterschied durch die relativ kurze Auftrittsphase des Acetylcholins im Blute zu erklären ist. Eventuell spielen aber noch andere Faktoren und Eigentümlichkeiten der Versuchsbedingungen dabei eine Rolle. Allerdings ist aus der Arbeit von Feldberg und Schriever zu ersehen, dass das Blut von eserinierten Hunden stets eine schwache Wirkung auf Blutegel ausgeübt hat. Hinter dieser Beobachtung könnte eventuell eine schwache Zunahme der Blutwirkung verborgen geblieben sein.

Die aus den vorliegenden Versuchen resultierende Tatsache, wie auch deren Erklärung, ist für die Problemstellung dieser Arbeit von grosser Bedeutung. Zunächst erscheint durch diese Versuche bewiesen zu sein, dass ein insuffizienter Kreislauf an sich noch nicht die Acetylcholinbefunde im Blute verursacht, selbst wenn die Versuchstiere in bedrohlichem Zustande, vor dem Tode stehen. Von den vielen Versuchstieren hat nur ein einziges gegen Ende des Versuches mit sehr schlechtem Kreislauf ein Wirksamwerden des Blutes aufgewiesen. Auch das scheint darauf hinzudeuten, dass das Acetylcholin von dem insuffizienten Kreislaufzustande nicht verursacht wird, sondern erst unter einigen besonderen Verhältnissen entsteht und in die Blutbahnen gelangt. Es erscheint durchaus plausibel, dass an unseren wenigen positiven Befunden bei einigen Kollapsformen — bei den Entblutungs- wie auch Wundkollapsfällen — einige neurogene Elemente beteiligt gewesen sind, sind doch gewisse Erregungen der Vasomotoren beim Entbluten, wie auch Reizung der Nervelemente bei der rohen Behandlung der Gedärme sicher vorhanden gewesen. Weiter kann aber auch möglich sein, dass dem Adrenalin-Kollapszustande an sich ein spezifischer Charakter eignet, der zum öfteren Auftreten von Acetylcholin im Blute führt. Bei diesem Umstande wären die einzelnen wenigen Befunde bei anderen Kollapszuständen auch noch dadurch zu erklären, dass aus den Nebennieren aus-

geschüttetes Adrenalin in der Kollapsphase ebenfalls zum Auftreten von Acetylcholin im Blute führen könnte.

Es scheint vielleicht, dass ein gewisser Widerspruch zwischen unseren früheren (Fleisch, Sibul und Kaelin) und den jetzigen Befunden bestehe. Das ist aber nicht der Fall. In den damaligen Untersuchungen hat nämlich die vorherige starke Reizung der Muskulatur sicher in gewissem Masse auch die Nerven zur Erregung gebracht. Diese letztere Erregung konnte wohl auch die eigentliche Ursache der damaligen positiven Befunde beim insuffizienten Kreislaufzustande abgeben. Gewiss wird damit die Rolle des insuffizienten Kreislaufzustandes nicht abgelehnt, doch scheint ihm eine mehr sekundäre Wirkung zuzufallen. Besonders die Befunde von Handovsky und Farber (22) scheinen auf diese Annahme hinzuweisen. Das Acetylcholin kann nämlich an die Perfusionsflüssigkeit der Lunge bei Vagusreizung nur bei saurer Reaktion, etwa bei pH 6,5 bis 7,0 abgegeben werden; wird die Reaktion der Durchströmungsflüssigkeit schwach alkalisch mit pH 7,3 hergestellt, so wird keine Aufnahme mehr festgestellt. Da ein insuffizienter Kreislauf zugleich zur Zunahme der Wasserstoffionen führt, so ist anzunehmen, dass das Diffundieren von Acetylcholin ins Blut erst durch das Sauerwerden des Blutes ermöglicht oder bedingt wird. Die Rolle des geschädigten Kreislaufes bei den Acetylcholinbefunden im strömenden Blute, resp. in den Perfusionsflüssigkeiten, ist somit von sekundärer Natur.

Zusammenfassung.

Da von Fleisch, Sibul und Kaelin die Beobachtung gemacht worden ist, dass Acetylcholinbefunde im venösen Blute der Extremitätenvene nur bei insuffizientem Kreislaufe mit Blutdrucksenkung festgestellt werden können, wird in der vorliegenden Arbeit das Blut bei verschiedenen pathologischen Kreislaufverhältnissen auf Acetylcholin untersucht. Dazu werden bei Katzen experimentell Entblutungs-, Pepton-, Wund- und Adrenalin-Kollapszustände erzeugt und wird danach venöses Blut aus der Extremitätenvene, resp. auch aus der Vena cava inf. mittels Blutegelreaktion auf Acetylcholin untersucht.

Es ergab sich, dass Acetylcholin bei Entblutungs- und Wundkollapsfällen gelegentlich während kurzer Zeitabschnitte

im Blute in kleinen Mengen gefunden werden konnte, hingegen aber nicht beim Peptonkollaps. Nach intravenösen Adrenalininjektionen werden häufig positive Befunde von Acetylcholin im Blute erzielt. Dabei wird für wahrscheinlich gehalten, dass das Acetylcholin von erregten neurogenen Elementen herrührt. Auch für die nur wenigen Acetylcholinbefunde bei den Entblutungs- und Wundkollapsversuchen wird angenommen, dass sie durch Erregung des Nervengewebes bedingt waren. Eventuell könnte dabei aber auch als primäre Ursache eine Ausschüttung von Adrenalin während der Kollapsphase in Frage kommen. Der geschädigte Kreislaufzustand an sich dürfte bezüglich der Befunde von Acetylcholin im Blute nur eine sekundäre Bedeutung haben.

Diese Versuche lassen die Vermutung zu, dass das Acetylcholin bei einigen Schockformen am Kollapsmechanismus mitwirken kann und dabei in die Blutbahnen gelangt.

Schrifttum.

- 1) Gaddum, J. H.: Gefässerweiternde Stoffe der Gewebe, Leipzig 1936.
- 2) Franel, L.: Arch. intern. de Physiol. **41**, 256 (1935).
- 3) Minz, B.: Arch. f. exper. Path. **168**, 292 (1932).
- 4) Feldberg, W. und Rosenfeld, P.: Pflügers Arch. **232**, 212 (1933).
- 5) Dale, H. und Feldberg, W.: J. Physiol. **81**, 320 (1934).
- 6) Donomae, J.: Pflügers Arch. **234**, 318 (1934).
- 7) Feldberg, W. und Kraye, O.: Arch. f. exp. Path. **172**, 170 (1933).
- 8) Dale, H., Feldberg, W. und Vogt, M.: J. Physiol. **86**, 353 (1936).
- 9) Bülbbring, E. und Burn, J. H.: J. Physiol. **83**, 483 (1935).
- 10) Fleisch, A., Sibul, I. und Kaelin, M.: Arch. internat. de Physiol. **44**, 24 (1936).
- 11) Wacholder, K. und Matthias, F.: Pflügers Arch. **232**, 159 (1933).
- 12) Eppinger, H.: Die ärztliche Praxis **8**, 277 (1934).
- 13) Moon, H.: Deutsche med. Wschr. **1934**, 1667, 1711.
- 14) König, W.: Zbl. Chir. **1935**, 2862.
- 15) Dale, H.: Brit. J. exper. Pathol. **1**, 103 (1920).
- 16) Macleod, J. R.: Physiology and Biochemistry in Modern Medicine, S. 524, London 1930.
- 17) Trendelenburg, P.: Die Hormone I, 258, Berlin 1929.
- 18) Heymans, C.: Arch. internat. de Pharmacodynamie **35**, 269 (1929).
- 19) Palme, F.: Zeitschr. f. Kreislaufforsch. **28**, 173 (1936).
- 20) Gollwitzer-Meier, Kl. und Otte, M. L.: Arch. f. exper. Pathol. **171**, 1 (1933).
- 21) Feldberg, W. und Schriever, H.: J. Physiol. **86**, 277 (1936).
- 22) Handovsky, H. und Farber, S.: Arch. internat. de Pharmacodynamie **54**, 137 (1936).

DER BRENNSCHIEFERBAU ESTLANDS

EINE GEOGRAPHISCHE ANALYSE

VON

E. MARKUS

TARTU 1938

Bei der kausalen Betrachtung einer anthropogeographischen Erscheinung stellen wir die Bedingungen des Vorkommens dieser Erscheinung fest und verfolgen, in welchem Masse der Mensch von diesen Bedingungen abhängt. Dann gehen wir zur Teleologie über und untersuchen, welche Erscheinungen durch die Willens-tätigkeit des Menschen hervorgerufen werden (Markus 1936, S. 9 u. 90). Doch bilden die Kausalität und die Teleologie nur zwei Seiten einer geographischen Analyse. In der vorliegenden Arbeit interessieren uns noch die chorogenetischen Gesichtspunkte in bezug auf die Entstehung und den Entwicklungsgang einer Kulturlandschaft Nordestlands (Markus 1932, 1937).

Bedingungen der Verbreitung von Ölfabriken und Grubenfeldern.

Wir unterscheiden diesbezüglich dreierlei Bedingungen. Bei ihren Stromverlegungen dringen Flüsse (Hwang-ho u. a.) oft in dicht besiedelte Ackerbaugebiete oder anderweitig kultivierte Länder ein, die der Mensch verlassen muss. In diesem Falle zwingen bestimmte kausale Bedingungen den Menschen Tätigkeiten auszuüben, die nicht Resultate seines freien Willens darstellen. Wir haben es hierbei also nur mit kausalen Beziehungen zu tun.

Die Gründung von Ölfabriken in Nordestland hängt von dem Vorhandensein des Kuckersits in Estland ab, allein das blosse Vorhandensein dieses Gesteins zwingt den Menschen noch nicht Fabriken zu bauen; diese können nur als Resultat seiner teleologischen Tätigkeit entstehen.

Wir sagen, eine Bedingung der teleologischen Tätigkeit des Menschen spiele in dem Falle eine absolute Rolle, wenn die Abwesenheit dieser Bedingung auch die entsprechende Tätigkeit des Menschen ausschliesst. Ohne das Vorhandensein des Kuckersits wäre kein Brennschieferbau in unserer Heimat denkbar; deshalb trägt der Einfluss dieser Bedingung auf die Brennschieferindustrie einen absoluten Charakter.

Eine dritte Gruppe bilden Bedingungen, die dazu zwingen, mit ihnen zu rechnen, von denen der Mensch jedoch nicht absolut abhängt. Um die zweite und die dritte Gruppe kausaler Bedingungen voneinander zu unterscheiden, wollen wir die Bedingungen der Verbreitung von Ölfabriken und Grubenfeldern in Estland verfolgen.

Die wichtigste Bedingung des Vorkommens von Ölfabriken und Grubenfeldern in Nordestland bildet die Lokalisierung

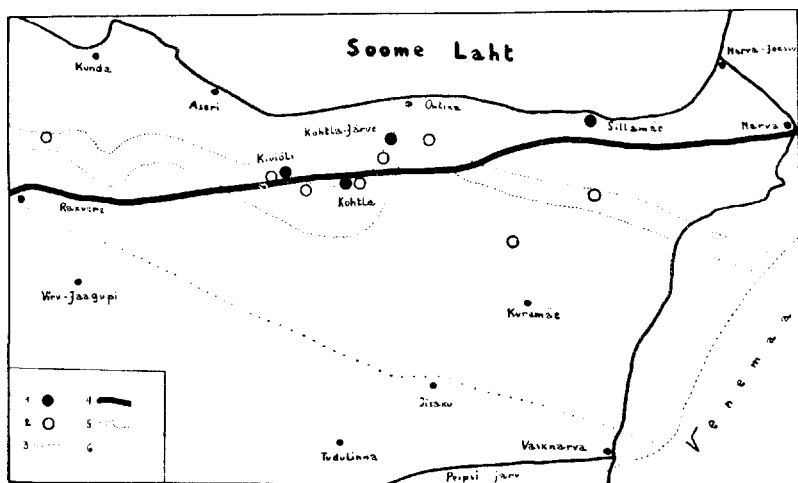


Abb. 1. Das Brennschiefergebiet Estlands.

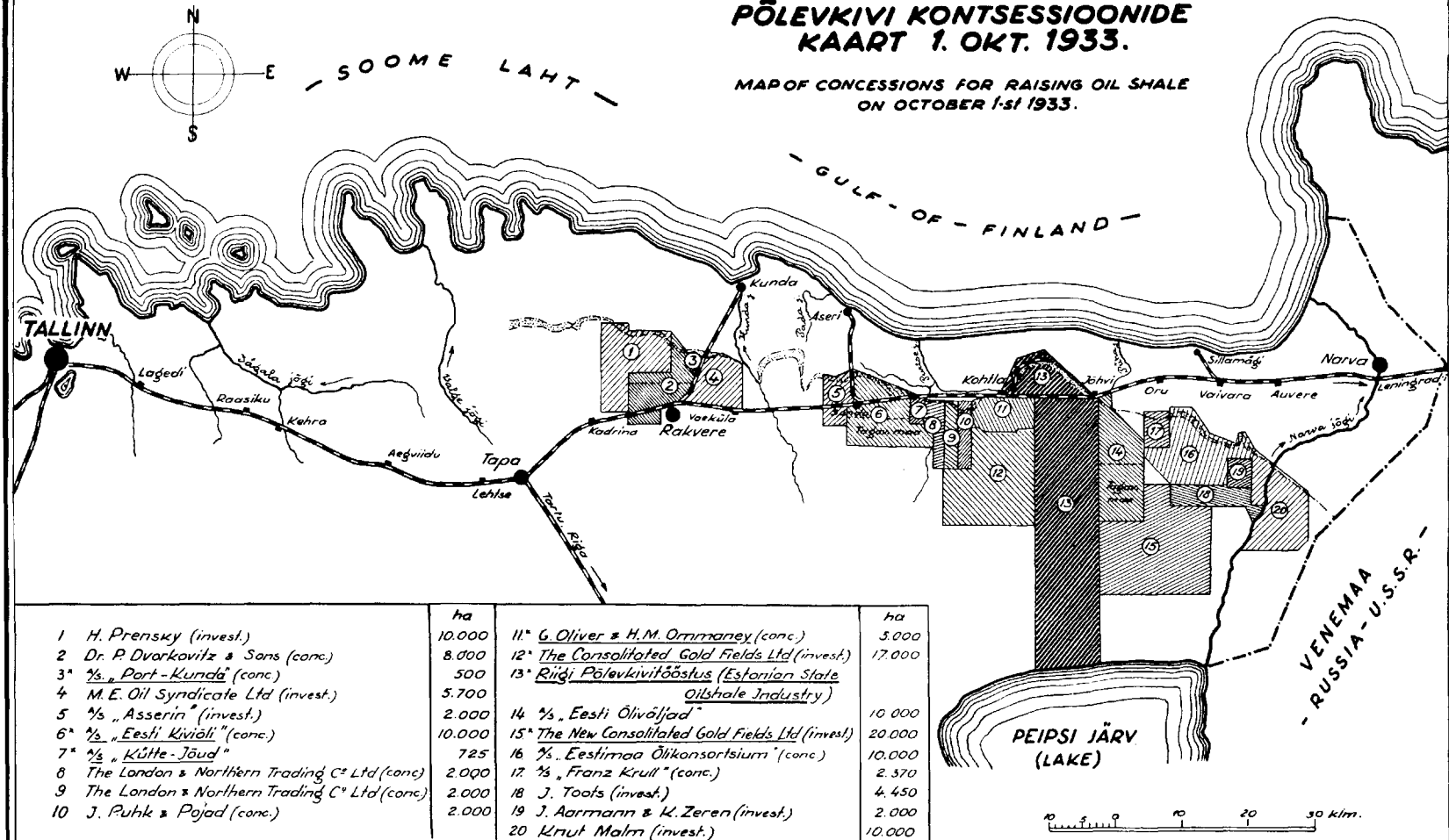
1 — Ölwerke. 2 — Grubenfelder. 3 — Estnisch-russische Staatsgrenze. 4 — Eisenbahn Narva—Rakvere (Tallinn). 5 — Kukruseschicht. 6 — Südwestliche Grenze des Brennschiefergebietes. Massstab: 1 : 1 000 000.

des Brennschiefers in Nordestland (Abb. 1 u. 2). Diese Bedingung spielt in der Verbreitung der Grubenfelder (Bergwerksanlagen), die nur im Gebiete des Brennschiefers angelegt werden können, eine absolute Rolle. Ölwerke können dagegen sowohl im Verbreitungsgebiete des Kuckersits als auch ausserhalb dieses Gebietes errichtet werden: der Brennschiefer kann auch aus anderen Gebieten eingeführt werden, wie das bei dem Estländischen Ölschieferkonsortium (Sillamäe) geschah, das vor einigen Jahren keine eigenen Grubenfelder besass und den Schiefer aus Russland bezog.

Alle Ölfabriken und Bergwerke liegen an einer fast geraden

PÕLEVKIVI KONTSESSIOONIDE KAART 1. OKT. 1933.

MAP OF CONCESSIONS FOR RAISING OIL SHALE
ON OCTOBER 1st 1933.



Tööstavate ettevõtete kontsessioonid on märgitud *
Concessions of undertakings in work are marked with *

Maaala, kus põlevkivi kaevamine võimalik lahtistes kaevandustes.
Area where raising of shale is possible in open quarries

Abb. 2. Konzessionsgebiete im Jahre 1933 (RPT 1933).

Linie, die von Westen nach Osten verläuft. Da die Kuckersitschichten nach Süden geneigt sind, so liegen sie in südlicher Richtung immer tiefer, während sie an der nördlichen Grenze ihres Verbreitungsgebietes bis an die Erdoberfläche heranreichen. An dieser Grenze wurde der Brennschiefer entdeckt und es war hier leicht, das Gestein zu fördern.

Die Lagerungsverhältnisse des Kuckersits bedingen das Süd-wärtswandern des Schieferbaus. Durch Tagebau förderte man das Gestein am Anfang nur im Gebiete des Ausstriches. Später ging man zum Tiefbau über, und der Abbau des Schiefers rückt heute allmählich nach Süden vor.




Parallel dem Ausstriche verlaufen zwei Verkehrsstrassen — die breitspurige Eisenbahn Tallinn—Narva und der Meeresstrand des Finnischen Meerbusens, von denen der Transport des Brennschiefers und seiner Produkte abhängig ist. Die drei genannten Bedingungen, d. h. der Ausstrich des Schiefers, die Eisenbahn und der Meeresstrand zeigen eine gemeinsame, und zwar westöstliche Anordnung und bestimmen die Verbreitung des heutigen Brennschieferbaus dem Ausstriche entlang und die Errichtung von Ölfabriken und Grubenfeldern in der Nähe der Bahnverbindung Tallinn—Narva und am Meeresstrande (Sillamäe). Doch tragen diese Bedingungen keinen absoluten Charakter: die Ölfabriken können weit von den vorhandenen Eisenbahnen (Sillamäe) und entfernt vom Meeresstrande (Kohtla-Järve, Kiviõli) angelegt werden. Ebenso kann man das Gestein sowohl im nördlichen als auch im südlichen Teil des Schiefergebiets durch Tiefbau gewinnen.

Die Abhängigkeit der Grubenarbeiten von der Neigung der Schieferschichten.

Beim Schieferabbau spielt das Grundwasser eine wichtige Rolle. Die Grubenarbeiten in Käva rücken allmählich von Südwesten nach Nordosten vor (Abb. 3), weil die Kuckersitschichten hier nach Süden geneigt sind und weshalb am südlichen Flügel des Grubenfeldes von Käva der Brennschiefer ins Grundwasser hineinreicht. Ebenso erschwert das Grundwasser den Abbau des Schiefers an der Peripherie des Grubenfeldes von Kukruse, wo die Schieferschichten sich von NO nach SW senken (Abb. 4).

Wie Abb. 4 zeigt, liegt der unter dem Brennschiefer befindliche Kalkstein — das Grundgestein — am höchsten bei Kukruse (59 m)

MÄRKIDE SELETUS

-  1932 a. lõpuni väljatöötatud maaala.
-  1932 a. lõpuni olemasolevad lahtised stallid ja strekid.
-  1933 a. väljatöötamiseks kavatselav maaala.

RIIGI PÕLEVKIVITÖÖSTUSE KOHTLA-JÄRVE (KÄVA) ALLMAA KAEVANDUSE PLAAN

1933 a.

M 66 f.

0 100 200 300 m.

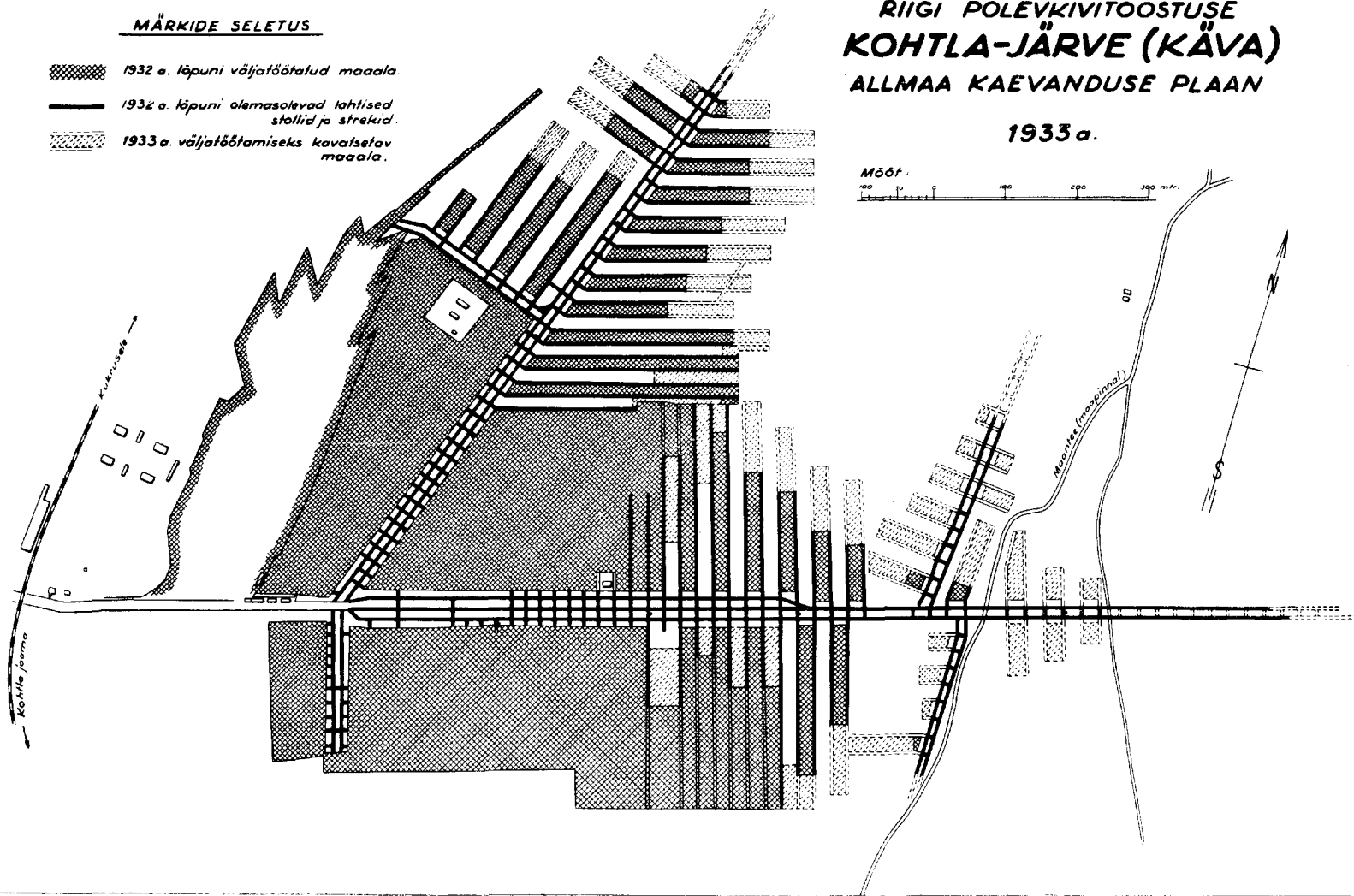


Abb. 3. Das Grubenfeld von Käva im Jahre 1933 (RPT 1933).

Breite Linien — Haupt- und Nebengänge. Gekreuzte Linien — mit Kalkstein gefüllte Hohlformen. Punktiert: Arbeitsgebiet im Jahre 1933.

und am tiefsten bei Käva (48 m), wobei seine geneigte Oberfläche keineswegs eben ist, sondern kleine Aufwölbungen und Vertiefungen aufweist. Die Verwaltung der „Ersten Estländischen Brennschieferindustrie“ hat den nördlichen Teil ihres Konzessionsgebietes planiert und beschlossen, einen unterirdischen Hauptkanal von Käva in der Richtung zu Kukruse anzulegen, mit diesem Hauptkanal zahlreiche Nebenkanäle zu verbinden und das Grundwasser aus dem ganzen Grubenfelde von Käva—Kukruse durch Käva auszuführen. Ebenso geht man bei den Grubenarbeiten von Käva aus und rückt allmählich nach Nordosten vor, bis Kukruse erreicht wird. Dies alles zeigt, dass das Abfallen des Grundgesteins eine wesentliche Bedingung für die Grubenarbeiten darstellt: in der Neigungsrichtung der Kuckersitschichten wird das Grundwasser abgeleitet und in entgegengesetzter Richtung dringen die Gruben vor.

Im Gebiete der Aktiengesellschaft „Kiviöli“ beobachten wir einen unterirdischen Hauptkanal, der in der Richtung der Neigung des Grundgesteins, d. h. von Norden nach Süden angelegt ist und aus dem das Wasser durch ein grosses Pumpwerk entfernt wird. Doch das Grubensystem rückt in „Kiviöli“ nicht in entgegengesetzter, sondern in der Richtung der Neigung des Grundgesteins, d. h. von Norden nach Süden, vor. Die Neigung des Grundgesteins bildet somit keine absolute Bedingung für die Bestimmung der Richtung der Grubenarbeiten, doch zwingt sie dazu mit ihr zu rechnen: das Grundwasser kann nur nach unten fließen; es kann aber von einem bestimmten Punkte aus mittels eines Pumpwerks herausgehoben oder durch einen Kanal abgeleitet werden.

Ölindustrie.

Als eine wesentliche Bedingung für die Entwicklung der Ölindustrie (Abb. 6) erscheint die Verwendung der Öle für den Verkehr, besonders die Umstellung des Schiffsverkehrs auf Ölfuerung und die Motorisierung von Eisenbahnen und Fabrikbetrieben. Weiter lenkt das Verhältnis zwischen den Erdölvorräten der Welt und der Petroleumgewinnung unsere Aufmerksamkeit auf sich. Nach der Weltmonatsstatistik der Preussischen Geologischen Landesanstalt (Partsch 1927, S. 293) ist der noch vorhandene Weltvorrat an Öl auf 6500 Millionen Tonnen zu veranschlagen, während die Jahresproduktion von Petroleum bis 200 Millionen Tonnen erreicht (im Jahre 1933

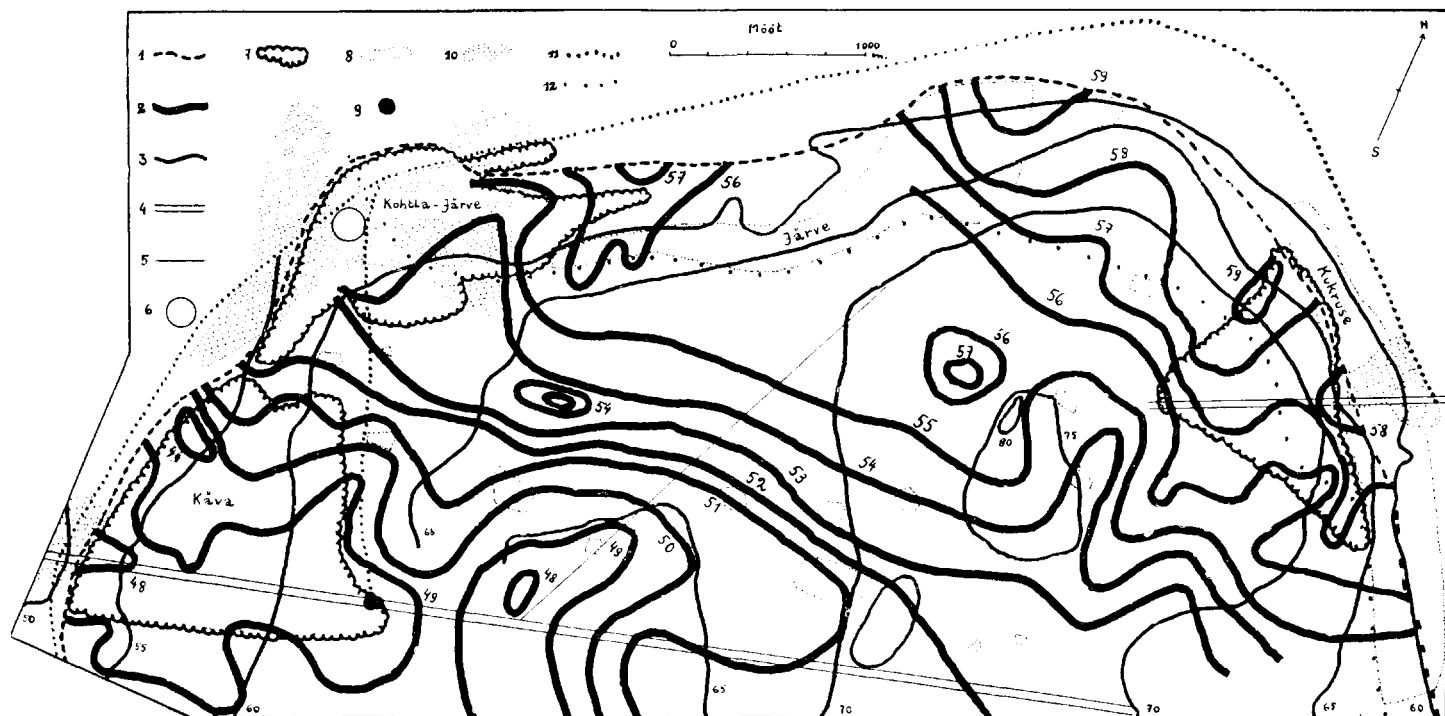


Abb. 4. Die Kulturlandschaft von Kava-Kukuse.

1 — die äusserste (nördliche) Grenze des Vorkommens von Kuckersit. 2 — Isohypsen des Grundgesteins (48 bis 59 m über dem Meeresniveau). 3 — Isohypsen der Erdoberfläche (50 — 80 m). 4 — Hauptkanäle. 5 — einer der Nebkanäle. 6 — Ölwerke. 7 — Grubenwerke (Tage- und Tiefbau). 8 — alte Siedlungen. 9 — Hebwerk des Brennschiefers. 10 — neue Siedlungen. 11 — Eisenbahn Kõhla—Kava—Kõhla-Järve—Kukuse. 12 — Chaussee Tallinn—Narva.

z. B. 195 Millionen t). Mithin sind die Erdölvorräte im Verhältnis zum Ölverbrauch gering.

Durch die Destillation gewinnt man aus dem Brennschiefer Öle, die einen grossen Heizwert besitzen (9500—11000 kal/kg) und daher die Naphthaprodukte im Verkehr ersetzen können. Das sind das Schieferöl (Teer) und seine Destillate: Autobenzin,



Abb. 5. Der Hauptkanal von Kukruse.

Aviobenzin, Motorpetroleum u. a. Infolgedessen ist der Brennschiefer zu einem wichtigen Machtfaktor geworden.

Von den Kuckersitlagern sind etwa 5 Milliarden Tonnen abbaufähig (Luts 1934), welche verschwelt 20%, d. h. ca. 1 Milliarde Tonnen Schieferöl ergeben würden. So bilden die Ölvorräte Estlands ihrem Gewichte nach ca. $\frac{1}{6}$ der Erdölvorräte der Welt. Da ferner jährlich nur $\frac{3}{4}$ Millionen Tonnen Kuckersit gefördert werden, so können die Vorräte an Brennschiefer im Vergleich zur Produktion als unerschöpflich betrachtet werden.

Von den genannten kausalen Bedingungen ausgehend übt der Mensch seine zweckmässige Tätigkeit aus. Der Kuckersit wurde im Jahre 1725 entdeckt (Winkler 1930). Helmersen destillierte den Brennschiefer und gewann aus ihm Pech und Teer (Helmersen 1837 u. 1838). Schmidt beschreibt eingehend die Fundorte des

Kuckersits (Schmidt 1857), während Schamarin das Gestein chemisch analysiert (Schamarin 1870). Zur Zeit des Weltkriegs bestimmt man die Grösse des Gebietes, in dem der Kuckersit vorkommt, und stellt fest, dass der Brennschiefer 20% Rohteer ergibt, dessen Heizwert 9500 kal/kg beträgt, und zeigt auch, dass der Brennschiefer zur Gewinnung von Ölen verwendbar ist (Pogrebov 1920).

Seit Entstehung der Estnischen Republik begannen eingehende

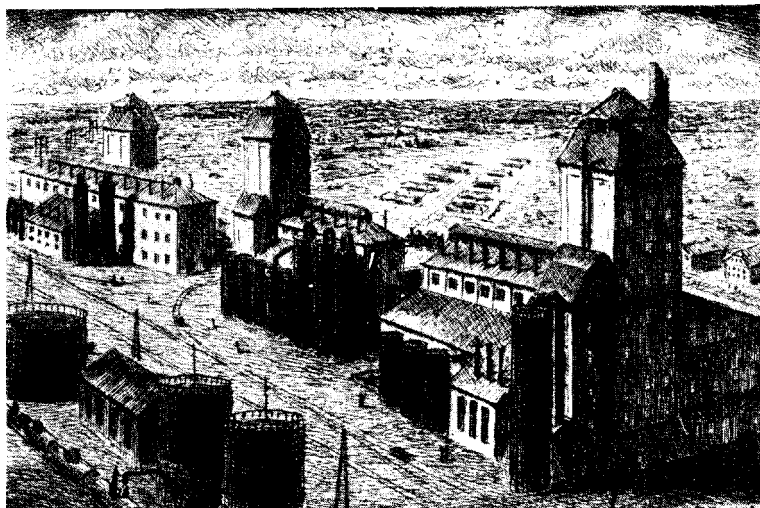


Abb. 6. Die Ölwerke von Kohtla-Järve.

Untersuchungen des Kuckersits und seiner Produkte, die in den Laboratorien der Tartuer Universität, der Hauptstadt Tallinn und verschiedener Ölfabriken ausgeführt wurden. Man versucht aus dem Brennschiefer wertvolle Produkte zu erzeugen: anfangs produzierte man aus dem Rohöl solche Produkte, die im Wirtschaftsleben nur eine unbedeutende Verwendung fanden (Goudron, Pech), diese Produkte werden aber allmählich durch Destillate ersetzt, die wichtige Waren für den Markt darstellen (Benzin, Dieselnaphtha, Motorpetroleum u. a.). Parallel sieht man sich nach neuen Märkten um und findet passende Absatzmöglichkeiten in Deutschland, Finnland, Schweden, Lettland, Litauen u. a. Ländern.

Die entsprechenden kausalen Bedingungen und die zweckmässige Tätigkeit des Menschen bilden somit die Gründe für den

gewaltigen Aufschwung der Ölinindustrie in Estland. Die Jahresproduktion des Schieferöls ist rasch von 120 Tonnen (im Jahre 1921) auf 10 005 t (im Jahre 1932) und auf 47 309 t (im Jahre 1936) gestiegen; die Ölwerke haben sich vermehrt und ihre Produktion hat sich vergrößert. Die A./G. „Kiviõli“ (Steinöl) hofft allein 75 000 t Schieferöl pro Jahr zu produzieren. Die Absatzmöglichkeiten des Schieferöls sind so gute, dass die Jahresproduktion grösserer Fabriken im voraus gekauft wird.

Die im Wachstum begriffene Ölinindustrie verursacht einen starken Zustrom von Arbeitswilligen, die das Industriegebiet rasch bevölkern und die Entstehung von Arbeiterkolonien hervorrufen. In Nordestland entwickelt sich eine spezifische Kulturlandschaft.

Die Ölinindustrie Estlands hängt so von bestimmten kausalen Bedingungen ab, die der Mensch in Betracht ziehen muss. Durch seine Tätigkeit schafft der Mensch neue Bedingungen für die weitere Entwicklung der Ölinindustrie. In der Untersuchung des Kuckersits und Auffindung der verschiedenen Produkte des Brennschiefers aber äussert sich die schöpferische Tätigkeit des menschlichen Geistes.

Chorogenese.

Im folgenden wollen wir nun den Entwicklungsgang der Kulturlandschaft von Käva-Kukruse verfolgen und hierzu die Naturbedingungen dieses Entwicklungsganges aufstellen (Markus 1932, 1938).

Den geologischen Untergrund der Landschaft von Käva-Kukruse bildet der silurische Kalkstein, der zwischen seinen Schichten Kuckersit enthält. Die Schichten des Untergrundes fallen von Norden nach Süden ab, wobei der Kuckersit im Norden an die Erdoberfläche heranreicht. Die Karte (Abb. 4) zeigt ein Segment, das nach Norden steil abfällt und eine Terrasse bildet. Diese 3—4 m hohe Terrasse besteht in ihrem oberen Teil aus festem Kalkstein und im unteren Teil aus weichem Kuckersit. Die ganze Landschaft ist schwach aufgewölbt und bildet eine flache Halbkuppe, deren relative Höhe 30 m beträgt und die 50—80 m über dem Meeresspiegel erreicht.

Infolge der Chorogenese (Markus 1936) entsteht in Käva-Kukruse als spezielles Element der Landschaft ein Komplex unterirdischer Gänge und Höhlen (Abb. 7). Da der Kuckersit am Rande des Segments an die Erdoberfläche

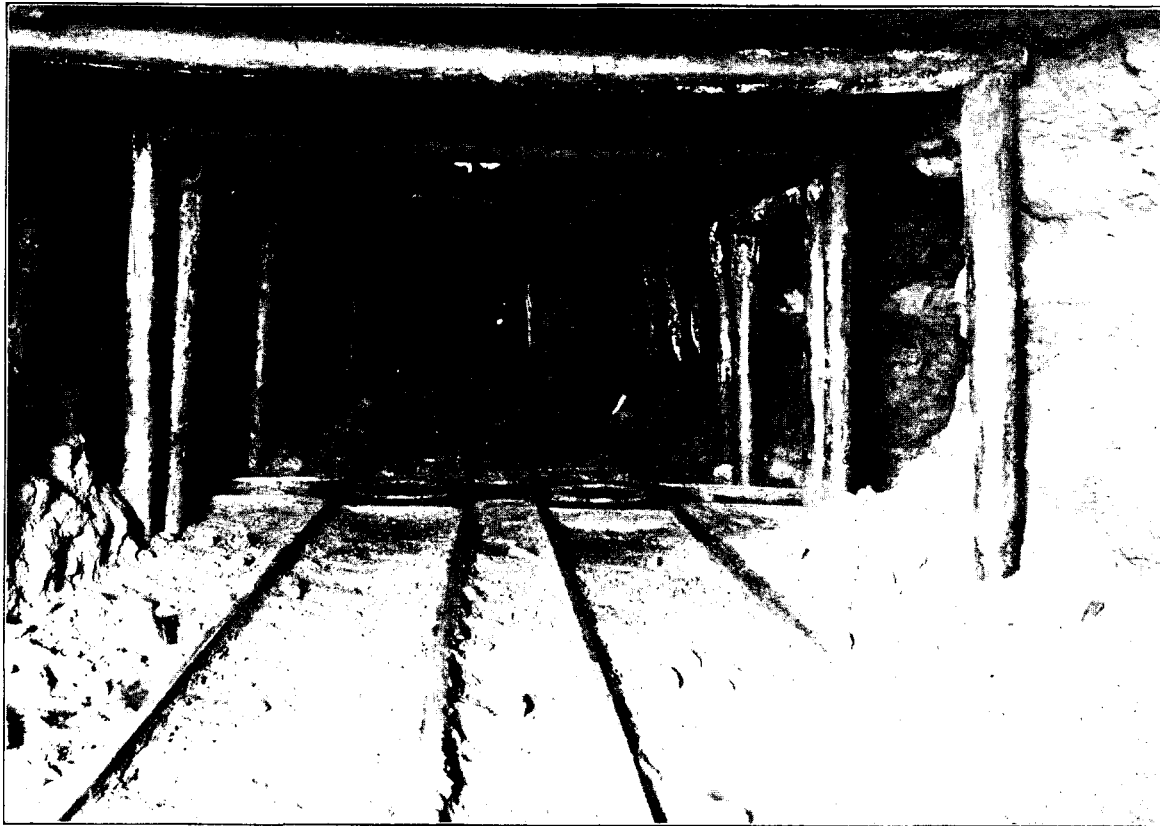


Abb. 7. Unterirdischer Gang (RPT 1933).

heranreicht, so beginnen hier die Hauptgänge — die Stollen — und dringen in Gebiete ein, wo der Kuckersit in einer Tiefe von 10—20 m liegt (Abb. 3 u. 4).

Von den Hauptgängen laufen nach verschiedenen Richtungen Nebengänge. Alle Gänge sind $2\frac{1}{2}$ —3 m hoch, und der ganze Höhlenkomplex ist mit der Erdoberfläche durch senkrechte Wetter-schächte verbunden. Während die Arbeiter bei der Gewinnung des Kuckersits immer neue Schiefergebiete besetzen, füllen sie parallel die bei der Förderung des Gesteins entstehenden Hohlformen aus, wozu sie den zwischen den Schieferschichten vorhandenen Kalkstein benutzen. Der ganze Höhlenkomplex wandert so in Käva von Südwesten nach Nordosten, wobei der Schiefer gegenwärtig durch einen speziellen Schacht in vertikaler Richtung mit Hilfe eines Hebewerkes gehoben wird.

Die Industrielandschaft von Käva—Kukruse befindet sich im mittleren Stadium ihres Entwicklungsganges, in dem gleichzeitig neben den Elementen einer früher hier vorhandenen Landschaft zahlreiche Elemente einer entstehenden neuen Kulturlandschaft beobachtet werden. In der Nähe neuer Ansiedelungen, die aus grossartigen Ölwerken, zahlreichen Arbeiter-niederlassungen u. a. bestehen, liegen in unverändertem Zustande alte Dörfer (Markus 1937), wo schlichte Bauernhäuser mit ihren Nebengebäuden, Gärten u. a. zu finden sind. Neben Ackerfeldern liegen tiefe, durch Tagebau entstandene Gruben, die mit aus Kalkstein gebildeten Erdwällen abwechseln. Hoch empor aus Wiesengebieten ragen in Nordestland konische Hügel, die aus Koks und Asche bestehen.

Der Charakter des Entwicklungsganges der Kulturlandschaft von Käva—Kukruse ist durch die hier vorhandenen Naturbedingungen vorbestimmt, während die Veränderungen zur Kulturlandschaft durch die Tätigkeit des Menschen hervorgerufen werden. Die ganze Kulturlandschaft passt sich nämlich der industriellen Tätigkeit des Menschen an, weshalb diese Landschaft einen industriellen Entwicklungsgang (Markus 1932) durchmacht.

Literatur.

- Helmersen's Artikel in „Gornyj Žurnal“ 1837 u. 1838.
- Luts, K. Der estländische Brennschiefer Kukersit, seine Chemie, Technologie und Analyse. Tartu 1934.
- Markus, E. Chorogenese und Grenzverschiebung. Acta et Comment. Univers. Tartuensis (Dorpat.) A XXXII, 2. 1932.
- Markus, E. Geographische Kausalität. Acta et Comment. Univers. Tartuensis (Dorpat.) A XXX, 5. 1936.
- Markus, E. Changes on the Esto-Russian Ethnographical Frontier in Petserimaa. Sitzungsberichte der Gelehrten Estnischen Gesellschaft 1936.
- Markus, E. Sostojanije ravnovesija v landšafte. Zemlevedenije 1937.
- Markus, E. Die landschaftskundliche Gliederung der Erdoberfläche. Wiss. Veröff. D. Mus. Länderk. Leipzig 1938.
- Partsch, J. Geographie des Welthandels. Breslau 1927.
- Pogreblov, N. Pribaltijskije gorjučije slancy. Jestestv. proizv. sily Rossii. 1920.
- Riigi Põlevkivitööstus 1918—1928. Tallinn 1928 (RPT 1928).
- Riigi Põlevkivitööstus 1918—1933. Tallinn 1933 (RPT 1933).
- Schamarin. Chemische Untersuchung des Brandschiefers von Kuckers. Archiv für Naturkunde Liv-, Est- und Kurlands 1870.
- Schmidt, Fr. Untersuchungen über die silurische Formation von Estland. Tartu 1857.
- Winkler, H. Der estländische Brennschiefer. Tallinn 1930.

COMPOSITE STELLAR MODELS

BY

E. ÖPIK

TARTU 1938

Abstract.

Numerical illustrations to certain ideas of stellar structure and evolution, developed by the writer in a previous treatise¹, are given in this publication. "Dwarf" and "semi-giant" models, with a ratio of central to mean density ($\varrho_c:\varrho_m$) ranging from 6 to 265, and "giant" models, with $\varrho_c:\varrho_m$ from 5.10^6 to 4.10^{21} , are computed. In these computations, the assumed opacity is the usual convention, i. e. the Kramers opacity *plus* electron scattering with due allowance for the hydrogen content. The wide range in $\varrho_c:\varrho_m$ is attained partly as the result of the difference in the mean molecular weight assumed for different portions of the star, this difference being considered the result of evolution on an atomic synthesis basis with a gradual exhaustion of hydrogen (cf.¹); partly the range in $\varrho_c:\varrho_m$ is influenced by a peculiar distribution of the energy sources (cf.¹); the possibility of varying the type of hydrostatic structure, as represented by different combinations of the adiabatic and the radiative equilibrium states, adds to the range in $\varrho_c:\varrho_m$.

Formulae for numerical computations, although most of them are not new, are summarized; special corrections for the mass of radiant energy, and for the relativity red-shift effect upon the net flux of radiation are considered. The depression of luminosity in some supergiant stars, such as Trumpler's massive O-type stars, may be ascribed to the red-shift effect which may asymptotically tend to reduce the luminosity of a superdense contracting star to zero; in such a case these stars should possess a superdense core containing the major fraction of mass, in which the red-shift effect is considerable ($\frac{GM_r}{r} \sim c^2$); and a vast inflated outer shell which we actually observe.

Introduction.

In a preceding paper¹ we have shown that composite stellar structures must originate in the course of normal stellar evolution. A central core of smaller (or no) hydrogen content is formed, around which one or several hydrogen-containing shells are placed. The hydrogen content in a given shell is larger, and consequently the mean molecular weight lower, than the corresponding mean values inside the shell. The state of equilibrium may be either radiative, or adiabatic (convective); additional variety in the resulting configurations is produced by the possibility of different states of equilibrium for each separate shell.

General and qualitative considerations referring to the conditions of origin of composite models and to their role in stellar evolution may be found in our above-mentioned paper¹; here we propose to illustrate our former conclusions by a few actual computations of stellar models.

1. Formulae and Assumptions.

Our aim is to study the influence upon stellar configurations of a discontinuous distribution of the molecular weight, and of special distributions of the energy sources. Of the various physical conditions characterizing the state of matter inside a star, only the opacity is not known well enough. For our purposes it suffices to assume the same law of opacity in all cases; this we take as the combination of Kramers' opacity^{*)} with electron scattering (non-relativistic, non-degenerate state of matter being presumed). The coefficient of opacity we thus assume to be given by

$$k = k_0 \varrho T^{-\frac{7}{2}} + 0.2 (1 + X) (1),$$

where ϱ is the density, T the temperature, X the hydrogen content (fraction of mass); k_0 is a function of the composition; for variable hydrogen content and Eddington's mixture as to the other elements we assume values of k_0 as quoted in Section 5. h of¹.

*) Using a certain mean value of the guillotine-factor.

The computations will be made by mechanical quadratures. The formulae, mostly well-known, are quoted here for the sake of completeness, although many of them may be found elsewhere, or follow in an obvious way from published formulae (cf.² and³). We notice that for our general case the ratio of radiation pressure cannot be considered as constant throughout the star, which circumstance renders unusable certain simplifications which Eddington introduced in his "standard" case.

The universal constants we assume according to²: $\log G = 8.8235$ (constant of gravitation); $\log \Re = 7.9168$ (gas constant); $\log a = 15.8832$ (constant of radiation).

The basic equations of the ideal gas in static equilibrium are:

$$\frac{dP}{dr} = -\frac{G\varrho M_r}{r^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2);$$

$$\frac{dP}{dx} = G\varrho M_r \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2');$$

$$\frac{dM_r}{dr} = 4\pi\varrho r^2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3);$$

$$\frac{dM_r}{dx} = -\frac{4\pi\varrho}{x^4} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3');$$

$$\Delta M_r = \frac{4}{3}\pi\bar{\varrho}(r_2^3 - r_1^3) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3'');$$

$$P = p_g + p_R \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4);$$

$$p_R = \frac{1}{3}aT^4 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5);$$

$$p_g = \frac{\Re}{\mu}\varrho T \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6);$$

$$\beta = \frac{p_g}{P} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7).$$

Here: P = total pressure; p_g = gas pressure; p_R = radiation pressure; r = radius; $x = \frac{1}{r}$; ϱ = density; M_r = mass inside a sphere of radius r ; μ = mean molecular weight.

radiative equilibrium and $Q_r = \text{const.}$ for $r \geq r_1$; the physical energy sources are all placed inside r_1 ; r_1 cannot be chosen arbitrarily.

If no prescriptions with respect to Q_r are given, the problem can be rendered definite by assuming a certain equation of state; this may be done quite generally by the polytropic equation

$$n = \frac{d(\log \varrho)}{d(\log T)} \quad \dots \dots \dots (11),$$

where n is the (generally variable) polytropic index defining the density-temperature relation; the equations may be integrated by prescribing n as a function of radius. For the particular case of $n = \text{const.}$ within the given limits r_1 and r_2 we have:

$$\varrho = \varrho_1 \left(\frac{T}{T_1} \right)^n \quad \dots \dots \dots (11').$$

The above equations [up to, and including (11), without using (11')] lead to a highly convenient general formula for the temperature gradient:

$$\frac{dT}{dx} = \frac{GM_r}{(n+1)\Re} \frac{4}{\mu} \frac{T^3}{3a\varrho} \quad \dots \dots \dots (12).$$

For the particular case of (11') (or $n = \text{const.}$), equation (12) can be approximately integrated and yields (for $n \neq 4$):

$$\begin{aligned} T_1 - T + \frac{4a\mu}{3\Re(4-n)(n+1)} \frac{T_1^n}{\varrho_1} \left(T_1^{4-n} - T^{4-n} \right) = \\ = \frac{G\mu\bar{M}_r}{\Re(n+1)} (x_1 - x) \quad \dots \dots \dots (12'), \end{aligned}$$

where \bar{M}_r is an average value of M_r which is supposed to vary little within the limits r_1 and r_2 ; (12') evidently applies well to the outer regions of a star (extended atmospheres). For $n = 4$ we have instead of (12'):

$$T_1 - T + \frac{4}{15} \frac{a\mu}{\Re \log e} \frac{T_1^4}{\varrho_1} \log \frac{T_1}{T} = \frac{G\mu\bar{M}_r}{5\Re} (x_1 - x) \quad \dots (12'').$$

Further, we have:

$$\beta = \frac{1}{1 + \frac{a\mu}{3\Re} \frac{T^3}{\varrho}} \quad \dots \dots \dots (13);$$

$$Q_r = \frac{16 \pi a c}{3 k} \frac{G M_r}{\left[\frac{(n+1) \Re}{\mu} \frac{Q}{T^3} + \frac{4a}{3} \right]} \dots \dots \dots (14).$$

The above formulae are general and may be used for computations of arbitrary stellar configurations. The variable polytropic index practically has an inferior limit in the adiabatic index of the material:

$$n \geq n_a \dots \dots \dots (15).$$

When $n > n_a$, pure radiative equilibrium takes place; convection currents are absent (except those stimulated by rotation). When $n < n_a$, convection currents set in, and a considerable fraction of the heat is transported by convection; in¹ we have shown that the transport of heat by convection is so efficient that the departure from static adiabatic equilibrium is negligible; therefore, as soon as convection has started, $n = n_a$ represents an excellent approximation for practical purposes, and hence n_a may be considered an inferior limit for n . It is only in exceptional cases of a very low density and of a large flux of heat, that n may drop considerably below n_a .

In the computations made below we have neglected the influence of ionization heat upon the specific heats of the material, assuming thus the ratio of specific heats of the material to be $\Gamma = \frac{5}{3}$. Although at temperatures of the order of 10^7 ionization must considerably influence Γ , its neglect does not change our results in principle, and the quantitative changes are but slight. With higher temperatures, when complete ionization takes place, our assumption is probably correct.

With the value of $\Gamma = \frac{5}{3}$, we have (cf. also², p. 191):

$$n_a = 3 - \frac{1.5 \beta}{4 - 3 \beta} \dots \dots \dots (16).$$

For considerations of convectional stability it may seem more natural to use the density-pressure relation for the definition of the polytropic index, as has been done by Eddington on several occasions; however, our criterion of convectional stability (15) remains valid whatever definition of the effective

polytropic index we may choose, provided the definition is the same for both n and n_a ; the definition through the temperature-density relation which we have adopted has the advantage of making our formulae less complicated than would have been the case with the $P-\varrho$ relation.

When the polytropic index differs from 3, the ratio of radiation pressure to total pressure is not constant (cf. formula (13)); therefore, even when n and μ are constant, the well-known formula defining the central temperature as a function of mass, radius, molecular weight, and polytropic index (Eddington's formula (58.4),², p. 85), cannot be applied strictly; nevertheless, for practical use we may write the formula as follows:

$$T_c = \frac{R'}{(n+1)M'} \frac{G\mu}{\Re} \frac{\bar{\beta} M}{R} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (17).$$

Here $\bar{\beta}$ is a certain average value of β , M — the total mass, R — the radius of the boundary of the star; R' and M' are certain constants of Emden's tables (functions of n alone; cf.², p. 8^o).

In calculating $\bar{\beta}$, it appears to be natural to apply weighting by the increment of temperature itself; thus,

$$\bar{\beta} = \frac{\int_0^{T_c} \beta dT}{\int_0^{T_c} dT} = \int_0^1 \beta du, \text{ where } u = \frac{T}{T_c}.$$

With the aid of (13) and (11') this leads finally to the following series ($n = \text{const.}$):

$$1 - \bar{\beta} = \frac{a}{4-n} - \frac{a^2}{7-2n} + \frac{a^3}{10-3n} - \frac{a^4}{13-4n} + \dots (18),$$

where

$$a = \frac{1 - \beta_0}{\beta_0}, \text{ and } \beta_0 = - \frac{1}{1 + \frac{a\mu}{3\Re} \frac{T_c^3}{\varrho_c}}.$$

The series is convergent for $\beta_0 > 0.5$; however, the practical usefulness of (17) and (18) begins only with the larger values of β_0 , especially so because a large radiation pressure (small β) must in one way or another lead to a variable polytropic

index. For a very small $1 - \beta$ the average radiation pressure $(1 - \bar{\beta})$ does not differ very much from the value $1 - \beta_3$ computed from Eddington's quartic equation with $n = 3$, as shown by the following table (for β_0 , cf.², p. 130):

$n = 3$	2.5	2.33	2.0	1.5
$\frac{1 - \bar{\beta}}{1 - \beta_3} =$	1.00	0.82	0.82	0.83
			0.83	0.90.

According to (13), for $n < 3$, β increases, $1 - \beta$ decreases, with the decreasing temperature, i. e. with the increasing distance from the centre; for $n > 3$ the reverse occurs. An interesting peculiar case is that of adiabatic equilibrium, when $n = n_a$ is itself variable, being defined by equation (16). From equations (11), (13), and (16) the following differential equation can be derived:

$$\frac{d\beta}{dT} = - \frac{(1 - \beta)\beta^2}{T(4 - 3\beta)}.$$

Upon integration this yields:

$$\log \frac{T_1}{T_2} = 1.1582 \left(\frac{1}{\beta_1} - \frac{1}{\beta_2} \right) + \frac{2}{3} \log \frac{\beta_2(1 - \beta_1)}{\beta_1(1 - \beta_2)} \dots (19).$$

This equation represents the dependence of β upon T ; by (16) and (13) it defines also the variable polytropic index, and the equation of state $\varrho = f(T)$ which corresponds to the assumed adiabatic variation of the polytropic index. When β is close to 1, or $1 - \beta$ is small, $n = \text{const.} \sim 1.5$ can nevertheless be assumed as a useful approximation.

It is difficult to derive an accurate formula for the heat transfer by convection; however, the order of magnitude of this quantity may be fairly well estimated. For our present purposes, it is not important to obtain here great precision: the formulae given below served us later chiefly to ascertain that, in cases when convection starts, adiabatic equilibrium sets in almost precisely, because convection turns out to be a much more powerful means of heat transport in stellar interiors than radiation is; how much more powerful, is not a very important question under these circumstances (cf.¹, Section 5. a).

Let $H = r_2 - r_1$ be the absolute depth of the circulating current, ΔT its effective excess of temperature ($+\Delta T$ in the

ascending branch, — ΔT in the descending one). In the absence of perceptible friction (as in the case of a large-scale current) the velocity of the current may be set equal to

$$v_c \cong \sqrt{\frac{2gH\Delta T}{T}} \quad (20),$$

where $g = \frac{GM_r}{r^2}$ is the acceleration of gravity. Further, let

$\bar{\xi} = \frac{dT}{dr}$ be the average temperature gradient, and ξ_a the adiabatic temperature gradient; in the absence of a lateral exchange of heat, the change of state along the current is purely adiabatic; ΔT in this case should be equal to the difference of temperature between the ascending and the descending currents, the corresponding change ΔT taking place at the top and at the bottom of the circulating current; therefore

$$\Delta T \cong 2(\xi_a - \bar{\xi})H \quad (21).$$

Hence the heat transfer by convection becomes

$$C_r \cong 4\pi c_p V \sqrt{G} r \varrho H^2 \sqrt{\frac{M_r(\xi_a - \bar{\xi})^3}{T}} \quad . . . (22),$$

where c_p is the specific heat of the material; in formula (22) it has been assumed that only one quarter of $4\pi r^2$ is covered by the cross-section of the ascending current. A minimum value of c_p we obtain by neglecting the latent heat of ionization and atomic transmutations; in such a case we have

$$c_p = c_g \left[1 + \frac{32(1-\beta)}{5\beta} \right] \quad (23),$$

where

$$c_g = \frac{\Re}{\mu} \frac{I}{(\Gamma - 1)} = \frac{5}{2} \frac{\Re}{\mu}$$

is the specific heat of the monatomic gas (cf. ²).

Most difficult it is to estimate the value of H . In certain experiments by Bénard⁴, considered by Deslandres⁵ as the clue for understanding the circulation of flocculi in the solar atmosphere, a shallow layer of liquid heated uniformly at the bottom produces a more or less steady system of circulation; the system consists of distinct cellules, with an ascending

current at the centre and a descending one at the periphery; the average diameter of a cellule varies directly as the depth of the fluid; the latter must be small as compared with the width of the container to obtain a tolerably stable network of convective cellules. Inside a star a number of radially superposed systems of convective circulation may be supposed to exist; a limitation to the depth of each system is set partly by rotational deflection (cf.¹, Section 4. *f*), partly by the condition that the material cross-section of the current should not vary too suddenly, or too much. The material cross-section may be defined as the product $\varrho\sigma$, where σ is the geometric cross-section of the current. For a system of circulation placed inside a spherical layer the material cross-section is evidently proportional to ϱr^2 . The assumption that the depth of the circulation is determined by the condition $\frac{\varrho_2 r_2^2}{\varrho_1 r_1^2} = e^{\pm t}$, falls probably not far beside the point. For the

terrestrial atmosphere, at least, with $\frac{r_2}{r_1} = 1$ practically, the condition yields a depth of about 7—8 kilometers, which is close to the observed order of magnitude. In the place of the above condition which implies discontinuity between the superposed systems of circulation, we introduce the fictitious conception of H varying continually with the radius, according to the formula

$$\frac{1}{H} \approx \left[\frac{1}{\log e} \frac{d(\log \varrho)}{dr} + \frac{2}{r} \right] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (24),$$

which is the continuous differential equivalent of the first mentioned condition. Formula (24) may under certain circumstances yield $H = \infty$, a value which certainly cannot possess a real meaning with respect to (22); the following limitation of H to an upper limit appears, therefore, necessary as well as plausible:

$$H \leq \frac{1}{2} r \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (24').$$

In the above formulae the mass-density of radiant energy is neglected; although below, as in most other cases of stellar structure, the ratio of the mass-density of radiation to the

“material” density, $\frac{\rho'}{\rho}$, is small and may be neglected, for the sake of completeness we quote the procedure by which the mass-density of radiation can be taken into account:

$$\frac{\rho'}{\rho} = \frac{a}{c^2} \frac{T^4}{\rho} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (25),$$

with $\log \frac{a}{c^2} = 36.9290$. The right-hand sides of formulae (12),

(14), (2), (2'), (3), (3'), and (3'') must be multiplied by $(1 + \frac{\rho'}{\rho})$. The procedure still implies the condition of the potential of gravitation to be small as compared with the square of the velocity of light. If the potential of gravitation is not small, an additional correction of formula (9) representing the net flux of radiation is required. The relativity red-shift correction, $\frac{d\nu}{\nu} = -\frac{G M dr}{c^2 r^2}$, is valid for a quantum of

frequency ν travelling from a distance r to the distance $r + dr$; c is the velocity of light; this correction, if applied to the derivation of Q_r in the same manner as formula (9) is usually derived (variability of k , ρ , or $k\rho$ does not influence the formula), leads to the following “relativistic” formula for the flux of radiation:

$$Q_r = \frac{16\pi a c}{3 k \rho} T^3 r^2 \left(-\frac{dT}{dr} \right) \cdot \left[1 - \frac{G M_r T}{4 c^2 r^2 \left(-\frac{dT}{dr} \right)} \right] \quad . \quad . \quad (9').$$

The “relativistic” correction factor, bracketed in (9'), may reduce the radiation to arbitrarily small values; the factor, however, never can become negative, because the increase of $\frac{M}{r}$, necessary for this purpose, can take place only when accompanied by a positive flux Q_r : the extra energy of gravitational contraction ought to be radiated into space, otherwise contraction is not possible. Therefore, a star in the stage of gravitational collapse (as a whole, or in a massive core only) may show a luminosity decreasing according to (9') as $\frac{M}{R}$ increases; the luminosity should approach zero asymptotically, and the rate of evolution should become slower as the luminosity decreases; it is, therefore, probable that very massive

stars, of a fast initial rate of evolution (cf. T. P. 30.₁, VIII; also¹), will at present often be found in a stage of advanced contraction, with a considerably reduced luminosity; perhaps Trumpler's O-stars (cf.¹, loc. cit.) are specimens of such a class of objects, in which case, of course, the main mass of the star must be concentrated in an overdense core, whereas the observed surface would belong to an extensive atmosphere (an analogon to the envelopes of planetary nebulae).

2. Radiative Equilibrium with Constant Net Flux of Radiation.

This problem occurs when all physical sources of energy are concentrated inside a shell of $r = r_1$; outside r_1 radiative equilibrium with $Q_r = Q_{r_1}$ takes place when convection is absent. A particular case is that of the so-called point-source model; difficulties arising in the numerical solution of this model have been described by Eddington (cf.², p. 124 f.); however, Eddington's mathematical solution, with the density partly decreasing inwards, cannot satisfy us: actually, a convective core is formed instead of the region of the computed negative density gradient. In the convective core, any non-uniformity of the distribution of the physical energy sources is smoothed out by the convectational transport of heat. Therefore, the true distribution of the physical energy sources in the core is of no importance for the type of the resulting structure; the same stellar structure results in the case of a physical point-source, and in the case of a more uniform distribution of the energy sources inside the core. For the sake of simplicity we may assume, in a particular case, that all physical energy sources are in the convective core, no energy being generated outside of it; in such a case $Q_r = \text{const.}$ is the equation of radiative equilibrium outside the core. A fixed value of Q_r , for fixed dimensions and structure of the core, generally does not lead to a solution of radiative equilibrium, as has been pointed out by Eddington for the point-source case (cf.², p. 125): "we thus overcondition the problem and generally fail to reach a solution"; the solution is to be found by a method of trial-and-error, involving laborious calculations. The situation is, however, somewhat different from the situation considered by Eddington, because we have to allow for the

possibility of convective equilibrium, a circumstance disregarded in Eddington's purely mathematical solution.

In our present problem the effective polytropic index as defined by (11) is a variable quantity; the character of its variation, depending upon the assumed initial conditions, determines the character of the resulting solution; the polytropic index serves as the most useful guiding criterion in our trial-and-error computations.

It is proposed to consider first the case when the radiation pressure is small, or when β is close to 1; formula (13) tells us in such a case that the member $\frac{4a}{3}$ can be neglected as

compared with $\frac{(n+1)\Re}{\mu} \frac{\varrho}{T^3}$ in (14), and we obtain, with a sufficient degree of approximation:

$$n + 1 = \frac{M_r}{Q_r} \frac{T^3}{k\varrho} \times \text{const.} \quad . \quad . \quad . \quad (26).$$

For $Q_r = \text{const.}$ and $k = \text{const.}$ (case of prevailing electron scattering), logarithmic differentiation of (26), together with (11), yields:

$$\frac{dn}{dr} = \frac{(n+1)}{M_r} \frac{dM_r}{dr} + \frac{(3-n)(n+1)}{T} \frac{dT}{dr} \quad . \quad . \quad . \quad (27).$$

We notice that $\frac{dM_r}{dr}$ is always positive, $\frac{dT}{dr}$ negative; therefore, the first member on the right-hand side of (27) is always positive, whereas the second member is positive when $n > 3$, and negative when $n < 3$. Thus, when at a certain distance r from the centre n happens to exceed 3, by (27) $\frac{dn}{dr} > 0$, and n will steadily increase at an accelerated rate towards $n = \infty$; as a result, the solution in the outer portions of the model approaches an isothermal one, of a temperature T_∞ which is not zero (mostly a large fraction of T_c), although ϱ may approach zero rapidly; this solution cannot be considered a real one for individual stars belonging to our universe (where

$T_\infty \sim 3^0$ K in galactic space is practically zero), although it may apply to stellar models in an imaginary universe where the temperature of interstellar space is as high as T_∞ .

When n is less than 3, the first member in (27) is positive, the second negative; according to the relative size of the two members, n may either increase or decrease. Characteristic of the final solution is the behaviour of $\frac{dn}{dr}$ in the outer portions of the star: $\frac{dM_r}{dr}$ approaches zero there, and the first member in (27) may be neglected; when $n < 3$ at the same time, $\frac{dn}{dr}$ is negative, and n decreases at an accelerated rate: as soon as n falls below n_a , convection starts; thus a second, outer convective region originates, separated from the inner one by an intermediate shell in radiative equilibrium. And only in the limiting case, when in the outer portions n approaches 3, $\frac{dn}{dr} \rightarrow 0$, does the outer region of radiative equilibrium become complete. Summarizing we may say that $n = 3$ is a critical value for models in radiative equilibrium with $Q_r = \text{const.}$ and $k = \text{const.}$: when n happens somewhere to exceed 3, there does not exist a real solution; when n never attains the value 3, a second convective region originates in the outer regions, of a width depending upon the initial conditions; and when n approaches asymptotically 3 as the surface of the star is approached, complete radiative equilibrium takes place outside the convective core.

For the Kramers law of opacity, and β near 1, the critical value of n is 3.25 (the proof is trivial, and the theorem not new; we omit the proof). For combined Kramers and electronic scattering opacity, the critical value of n lies somewhere between 3.25 and 3.

Not very different results are obtained when $1 - \beta$, although not negligible, is a small fraction of 1 (less than 0.2).

For fixed size and structure of the convective core the character of the ensuing solution is actually determined by the initial value of n according to (26), i. e. the value of the poly-

tropic index just outside the boundary of the core; evidently $n + 1$ is inversely proportional to Q_{r_1} in such a case; a certain value of $Q_{r_1} = Q_0$ leads to complete radiative equilibrium outside the core; when $Q_{r_1} > Q_0$, an outer convective region is formed (composite model, cf.¹, Section 5. *f, h*), increasing in extent as Q_{r_1} increases, joining the inner convective region at a certain value of $Q_{r_1} = Q_a$ (complete adiabatic model, cf.¹, Section 5. *e, g*). When $Q_{r_1} < Q_0$, no reasonable solution does exist.

Let Q_i be the net flux of radiation just inside the boundary of the convective core; when the initial conditions are arbitrarily chosen, Q_i generally need not be equal to Q_0 . When $Q_i \geq Q_a$, in no portion of the star can radiative equilibrium exist: the model is of the complete adiabatic type (actually, in the normal course of stellar evolution, Q_i never can exceed Q_a , cf.¹, Section 5. *g*). When $Q_a > Q_i > Q_0$, the model is of the composite type, with two convective regions separated by a shell in radiative equilibrium. When $Q_i = Q_0$, the composite model consists of a complete radiative shell surrounding a convective core. When $Q_i < Q_0$, no solution of $Q_r = Q$ exists; Q_0 is a minimum value of the total flux of heat at the boundary of the convective core, and, in the absence of adequate physical sources of energy at, or outside r_1 , an additional supply of heat C_i by convection from the core must be stimulated inevitably, so that $Q_0 = Q_i + C_i$, and the case becomes again one of complete radiative equilibrium in the outer shell. It is also conceivable that convection provides even more than this necessary minimum, $Q_a \geq Q_i + C_i \geq Q_0$, or $Q_{r_1} = Q_i + C_i$, so that the other types of stellar structure described above become possible for the case $Q_i < Q_0$, too.

When there is a core of smaller hydrogen content, or of greater mean μ as compared with the shell, the convective currents of the core cannot continue by inertia far into the shell: a considerable transport of heat by convection at the boundary of the core can exist, and, at the same time, the convective motion may cease abruptly outside the core (cf.¹, Section 5. *h*). Therefore, for such a model with a heavy core, the above types of stellar structure can be obtained, for a fixed core, by a suitable choice of $Q_{r_1} = Q_i + C_i$, which depends upon the more or less arbitrary value of C_i .

When the star is of a uniform composition throughout, the search for a solution is somewhat more complicated. There is no reason for a system of convection currents to stop at the boundary of the core unless it gradually dies out inside the core already, as the boundary of the latter is approached; in such a case, however, the convectational transport of heat must also gradually die out and reach the value $C_i = 0$ at the boundary of the core. Hence $Q_{r_1} = Q_i$; for a core of fixed structure (including central conditions) and for a given radius r_1 there exists only one type of solution; Q_{r_1} cannot be varied at will, and the different types of solutions in the case of homogeneous composition can be obtained only by varying r_1 , the radius of the convective core. Two critical values of the radius exist, $r_1 = r_{min}$, corresponding to $Q_{r_1} = Q_0$, and $r_1 = r_0 > r_{min}$, corresponding to $Q_{r_1} = Q_a$ (at the same time this is Q_{max} in the polytropic structure of the core, cf.¹, Section 5. b); for $r_1 < r_{min}$ no solution exists; for $r_1 = r_{min}$ the outer shell is in complete radiative equilibrium; when $r_0 > r_1 > r_{min}$, the type of structure with two convective regions results; when $r_1 \geq r_0$, the structure is adiabatic throughout.

Near the critical initial value $r_1 = r_{min}$, the solution is extremely sensitive with respect to the initial conditions chosen; small changes in r_1 lead to large changes in the resulting mass M and the radius R of the model. Thus, in Table 1 below, Models No. 6 and 7, the relative difference in r_1 is only $\frac{\Delta r_1}{r_1} = -0.00001$, whereas $\frac{\Delta M}{M} = +0.009 = -900 \frac{\Delta r_1}{r_1}$, and $\frac{\Delta R}{R} = +0.33 = -33000 \frac{\Delta r_1}{r_1}$. In the present case this, however, is a purely computational instability which cannot be reflected in actual circumstances of nature. For a given star, the mass M is a constant, and our models of variable mass cannot be considered as referring to one and the same star. For $M = \text{const.}$, the character of the instability depends upon an additional condition. For the rather artificial condition $R = \text{const.}$, $\frac{dR}{dr_1} = 0$ and no instability exists. With $T_c = \text{const.}$ (cf. Table 3), the difference between Models No. 6 and 7 is: $\frac{\Delta r_1}{r_1} = -0.009$, $\frac{\Delta R}{R} = +0.30 = -33 \frac{\Delta r_1}{r_1}$, or 1000 times smaller than

in our original data of Table 1; here the changes in r_1 and R are now comparable with respect to their order of magnitude.

As to the evolutionary course, if the different types of structure can change one into the other, the completely radiative outer shell should be the first type of equilibrium at which the contracting star settles down because this type corresponds to minimum luminosity ($= Q_0$) and maximum radius (cf. below), thus to a minimum central temperature and density sufficient to stimulate the subatomic energy sources and to keep a balance with the radiation into space, removing thus the need of a further supply of gravitational energy by contraction; even for constant T_c , the configuration of the complete radiative shell possesses the greatest radius, and the greatest potential energy of gravitation among the types of structure considered here. Therefore, the natural order of evolution may be the following: the composite model of complete radiative structure outside the convective core; the composite model of two convective regions separated by a layer in radiative equilibrium, the width of the layer exhibiting a decreasing tendency; the complete adiabatic model. This course of evolution may, or may not take place; if in the core the exhaustion of hydrogen is accomplished before the complete adiabatic model is reached, the collapse of the core devoid of subatomic energy sources must change the direction of evolution, leading to giant structure (cf.¹, Sections 5 and 6). We are not going to discuss here in more detail the question of the evolution of the composite model, although this would be of considerable interest; a special discussion of this subject, based on more computational and observational data, may follow.

3. Composite Models of Uniform Molecular Weight.

A set of models of uniform composition based upon the same structure (not extent) of the convective core is computed below (Table 1). As shown in the preceding section, the choice of the model is determined by the boundary radius of the core. The latter is assumed to represent the central portion of a certain polytrope, built according to a constant adiabatic polytropic index; for the sake of simplicity we assumed the

latter to be $n_a = 1.5$, although in the dwarf model here considered, n_a may vary between 1.7 and 1.6; the variation of n_a along the radius is also neglected, because $1 - \beta$ is small [cf. formula (16)]. No serious difference in the conclusions can result from such a small difference in n_a , where the advantage of the round constant value adopted is that it makes possible the use of Emden's tables. The molecular weight is assumed as equal to $\bar{\mu} = 1.063$, and $\log k_0 = 23.0660$; these figures are supposed to correspond to $33\frac{1}{3}$ per cent hydrogen.

The absorption coefficient is most conveniently calculated from (1') in the present case; the role of electron scattering is small here, and $F=1$ might have been assumed; nevertheless, this simplification was not introduced, the correction factor F having been always taken into account. In the external portions of the complete radiative shell (Model No. 7, Table 1), as soon as n approached 3, $k = \text{const.} \sim \varrho T^{-3}$ was assumed for the sake of simplification; the last stage of the calculation could be accomplished in this case according to the polytropic scheme ($n=3$), which does not involve so much labour as the radiative equilibrium scheme does. Such a simplification for the outer layers of a star may correspond to actual circumstances: our simplification corresponds to the assumption of a progressively smaller opacity, as compared with the Kramers value; now, the decreasing relative number of free electrons, caused by the decreasing degree of ionization, should tend to reduce the Kramers component of opacity as the boundary of the star is approached.

Table 1.

Models of Uniform Composition ($33\frac{1}{3}$ per cent hydrogen; C. G. S. units and degrees K).

a) Model No. 1.

Complete adiabatic, $n_a = 1.5$. $T_c = 13,2 \cdot 10^6$ deg; $\log \varrho_c = 0.9277$;
 $1 - \beta_c = 8,84 \cdot 10^{-3}$; $1 - \bar{\beta} = 3,54 \cdot 10^{-3}$; $R = 6,971 \cdot 10^{10}$ cm;
 $M = 20,016 \cdot 10^{32}$ g; $\log Q_{\max} = 33.6707$ $\frac{\text{erg}}{\text{sec}}$; $m_{\text{bol}} = 4.41$;

$$\varrho_c : \varrho_m = 6.00.$$

Table 1. Continued.

 β) Model No. 2.

Composite, two convective regions separated by a shell in radiative equilibrium.

Central conditions as before; $r_1 = 2,376.10^{10}$ cm; $R = 6,986.10^{10}$ cm;
 $M = 19,964.10^{32}$ g; $\log Q_{r1} = 33.6578$; $m_{bol} = 4.45$; $\varrho_c : \varrho_m = 6.06$.

r 10 ¹⁰ cm	T 10 ⁶ deg	$\log \varrho$ g/cm ³	M_r 10 ³² g	p_g 10 ¹⁵ $\frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	p_R 10 ¹³ $\frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	n
Central convective region						
0	13.200	0.9277	0	8.682	7.736	1.50
2.376	10.136	0.7554	3.773	4.482	2.687	
Shell in radiative equil., $Q_r = Q_{r1} = \text{const.}$						
2.4	10.080	0.7518	3.871	4.422	2.631	1.50
2.5	9.849	0.7366	4.289	4.172	2.397	1.52
2.6	9.617	0.7208	4.726	3.927	2.178	1.57
2.8	9.148	0.6868	5.651	3.455	1.783	1.58
3.0	8.667	0.6497	6.634	3.005	1.436	1.49
3.2	8.158	0.6107	7.663	2.586	1.128	
External convective region, $n = n_a = 1.50$						
3.4	7.644	0.5683	8.725			
3.6	7.127	0.5227	9.805			
3.8	6.611	0.4737	10.888			
4.0	6.098	0.4211	11.958			
4.2	5.591	0.3645	13.001			
4.4	5.092	0.3037	14.003			
4.6	4.604	0.2381	14.952			
4.8	4.128	0.1670	15.837			
5.0	3.665	0.0895	16.647			
5.2	3.218	0.0047	17.375			
5.4	2.788	1.9113	18.016			
5.6	2.375	1.8067	18.565			
6.0	1.604	1.5511	19.371			
6.4	0.907	1.1797	19.819			
6.8	0.282	2.4186	19.957			
6.986	0	$-\infty$	19.964			

Table 1. Continued.

 γ) Model No. 3.

Type of structure and central conditions as before;

$$r_1 = 2,281 \cdot 10^{10} \text{ cm}; \quad R = 7,168 \cdot 10^{10} \text{ cm}; \quad M = 20,358 \cdot 10^{32} \text{ g};$$

$$\log Q_{r1} = 33.6433; \quad m_{bol} = 4.49; \quad q_c : q_m = 6.42.$$

r 10^{10} cm	T 10^6 deg	$\log \rho$ g/cm^3	M_r 10^{32} g	p_g 10^{15} dyne cm^2	p_R 10^{13} dyne cm^2	n
-----------------------------	---------------------------	--------------------------------	------------------------------	--	--	-----

Central convective region

0	13.200	0.9277	0	8.682	7.736	1.50
2.281	10.345	0.7690	3.393	4.722	2.919	

Shell in radiative equil., $Q_r = Q_{r1} = \text{const.}$

2.3	10.305	0.7664	3.466	4.674	2.872	1.50
2.4	10.079	0.7520	3.864	4.423	2.63	
2.6	9.633	0.7200	4.718	3.927	2.19	1.63
2.8	9.193	0.6843	5.640	3.452	1.82	1.76
3.0	8.756	0.6456	6.616	3.007	1.50	1.83
3.2	8.316	0.6038	7.632	2.594	1.22	1.87
3.4	7.866	0.5595	8.675	2.216	0.976	1.84
3.6	7.394	0.5138	9.733	1.875	0.761	1.69

External convective region, $n = n_a = 1.50$

3.8	6.881	0.4672	10.797
4.0	6.372	0.4169	11.854
4.2	5.869	0.3634	12.891
4.4	5.374	0.3060	13.895
4.6	4.889	0.2444	14.854
4.8	4.415	0.1780	15.756
5.0	3.955	0.1064	16.593
5.2	3.509	0.0284	17.356
5.4	3.079	1.9432	18.039
5.6	2.665	1.8492	18.637
6.0	1.888	1.6246	19.559
6.4	1.182	1.3195	20.131
7.0	0.254	2.3178	20.353
7.168	0	— ∞	20.358

Table 1. Continued.

 δ) Model No. 4.

Type of structure and central conditions as before;

$$r_1 = 2,234.10^{10} \text{ cm}; R = 7.743.10^{10} \text{ cm}; M = 21.368.10^{32} \text{ g};$$

$$\log Q_{r_1} = 33.6349; m_{bol} = 4.51; q_c : q_m = 7.70.$$

r 10^{10} cm	T 10^6 deg	$\log \rho$ g/cm^3	M_r 10^{32} g	p_g $10^{15} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	p_R $10^{13} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	n
Central convective region						
0	13.200	0.9277	0	8.682	7.736	1.50
2.234	10.452	0.7756	3.212	4.843	3.04	
Shell in radiative equil., $Q_r = Q_{r1} = \text{const.}$						
2.3	10.304	0.7665	3.464	4.675	2.87	1.55
2.4	10.083	0.7519	3.862	4.424	2.63	1.70
2.6	9.649	0.7195	4.715	3.929	2.21	1.85
2.8	9.225	0.6835	5.635	3.458	1.85	1.98
3.0	8.810	0.6439	6.608	3.014	1.54	2.11
3.2	8.404	0.6007	7.619	2.603	1.27	2.18
3.4	8.007	0.5546	8.653	2.230	1.05	2.29
3.6	7.617	0.5051	9.695	1.8932	0.858	2.31
3.8	7.234	0.4532	10.731	1.5952	0.697	2.33
4.0	6.855	0.3989	11.750	1.3340	0.562	2.27
4.2	6.474	0.3427	12.742	1.1072	0.448	2.08
4.4	6.079	0.2858	13.699	0.9118	0.348	1.81
4.6	5.657	0.2290	14.619	0.7445	0.261	
External convective region, $n = n_a = 1.50$						
4.8	5.191	0.1731	15.500			
5.0	4.737	0.1133	16.339			
5.2	4.297	0.0499	17.127			
5.4	3.871	1.9818	17.859			
5.6	3.460	1.9087	18.529			
6.0	2.682	1.7427	19.660			
6.4	1.967	1.5408	20.506			
7.0	1.012	1.1079	21.219			
7.6	0.191	2.0114	21.365			
7.743	0	$-\infty$	21.368			

Table 1. Continued.

ε) Model No. 5.

Type of structure and central conditions as before;
 $r_1 = 2,224 \cdot 10^{10}$ cm; $R = 8,401 \cdot 10^{10}$ cm; $M = 22,116 \cdot 10^{32}$ g;
 $\log Q_{r1} = 33.6332$; $m_{bot} = 4.52$; $\varrho_c : \varrho_m = 9.51$. The computations
 start at $r = 4,4 \cdot 10^{10}$ cm, by interpolation of trial models.

r 10^{10} cm	T 10^6 deg	$\log \varrho$ g/cm ³	M_r 10^{32} g	p_g 10^{15} dyne cm ²	p_R 10^{13} dyne cm ²	n
---------------------	-------------------	-------------------------------------	----------------------	--	--	-----

Central convective region

0	13.200	0.9277	0	8.682	7.736	1.50
2.224	10.473	0.7770	3.177	4.868	3.07	

Shell in radiative equil., $Q_r = Q_{r1} = \text{const.}$

4.4	6.242	0.2789	13.663	...	...	2.63
4.6	5.914	0.2173	14.564	0.7576	0.312	
4.8	5.594	0.1541	15.415	0.6196	0.249	2.61
5.0	5.277	0.0895	16.213	0.5038	0.198	2.55
5.2	4.957	0.0247	16.958	0.4075	0.154	2.38
5.4	4.619	1.9600	17.651	0.3272	0.116	2.11
5.6	4.241	1.8982	18.297	0.2606	0.0824	1.67

External convective region,

 $n = n_a = 1.50$

6.0	3.472	1.7678	19.447
6.4	2.762	1.6188	20.400
7.0	1.802	1.3404	21.419
7.6	0.964	2.9333	21.969
8.2	0.238	2.0207	22.110
8.401	0	— ∞	22.116

Table 1. Continued.

 ζ) Model No. 6.

Type of structure and central conditions as before;

$r_1 = 2,22242 \cdot 10^{10}$ cm; $R = 9,648 \cdot 10^{10}$ cm; $M = 22,802 \cdot 10^{32}$ g;
 $\log Q_{r1} = 33.6330$; $m_{bol} = 4.52$; $q_c : q_m = 13.96$. The computations
 start at $r = 5,6 \cdot 10^{10}$ cm, by interpolation of trial models.

r 10^{10} cm	T 10^6 deg	$\log \varrho$ g/cm ³	M_r 10^{32} g	p_g 10^{14} dyne cm ²	p_R 10^{12} dyne cm ²	n
---------------------	-------------------	-------------------------------------	----------------------	--	--	-----

Central convective region

0	13.200	0.9277	0	1.50
2.222	10.477	0.7772	3.172	

Shell in radiative equil., $Q_r = Q_{r1} = \text{const.}$

5.6	4.563	1.8801	18.237	. . .	. . .	2.98
5.8	4.318	1.8090	18.808	2.161	0.887	2.96
6.0	4.083	1.7367	19.326	1.730	0.708	2.95
6.2	3.857	1.6636	19.795	1.3807	0.564	2.91
6.4	3.636	1.5894	20.217	1.0972	0.445	2.79
6.6	3.418	1.5147	20.595	0.8687	0.348	2.59
6.8	3.200	1.4402	20.934	0.6846	0.267	2.29
7.0	2.970	1.3663	21.237	0.5361	0.198	1.77
7.2	2.710	1.2960	21.509	0.4161	0.137	

External convective region,

$$n = n_a = 1.50$$

7.6	2.166	1.1500	21.969			
8.2	1.434	2.8814	22.456			
8.8	0.791	2.4942	22.721			
9.4	0.226	3.6780	22.797			
9.648	0	— ∞	22.802			

Table 1. Continued.

 η) Model No. 7.

Complete radiative outer shell, central conditions as before;
 $r_1 = 2,22240.10^{10}$ cm; $1 - \bar{\beta} = 5,21.10^{-3}$; $R = 12,658.10^{10}$ cm;
 $M = 22,989.10^{32}$ g; $\log Q_{r_1} = 33.6329$; $m_{bol} = 4.52$; $q_c : q_m = 31.27$.
 The computations start at $r = 5,6.10^{10}$ cm, by interpolation of
 trial models.

r 10^{10} cm	T 10^6 deg	$\log \rho$ g/cm ³	M_r 10^{32} g	P_g $10^{14} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	P_R $10^{12} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	n
Central convective region						
0	13.200	0.9277	0	. . .	. . .	1.50
2.222	10.477	0.7772	3.172	. . .	. . .
Shell in radiative equil., $Q_r = Q_{r_1} = \text{const.}$						
5.6	4.568	$\bar{1}.8799$	18.236	. . .	. . .	3.01
5.8	4.325	$\bar{1}.8086$	18.806	2.162	0.891	3.04
6.0	4.093	$\bar{1}.7360$	19.324	1.7315	0.715	3.03
6.2	3.872	$\bar{1}.6626$	19.792	1.3829	0.572	3.05
6.4	3.659	$\bar{1}.5879$	20.213	1.1004	0.457	
Same, simplified calculation: $n = \text{const.} = 3$; $k = \text{const.} = k$ at $r = 6,4 \cdot 10^{10}$.						
7.0	3.069	$\bar{1}.3584$	21.217			
7.6	2.549	$\bar{1}.1169$	21.910			
8.2	2.094	$\bar{2}.8604$	22.368			
8.8	1.694	$\bar{2}.5847$	22.655			
9.4	1.342	$\bar{2}.2811$	22.824			
10.0	1.030	$\bar{3}.9367$	22.915			
10.6	0.753	$\bar{3}.5281$	22.958			
12.658	0	$-\infty$	22.989			

The seven models presented in Table 1 cannot be transformed one into another by homologous changes of mass, radius, temperature, etc. Thus each of these seven models is a representative of a particular type of stellar structure, non-polytropic, except Model No. 1. Each of these models, however, allows of a homologous transmutation of the variables. To compare the properties of the models under similar conditions,

we reduced the data to $M = M_{\odot}$, $R = R_{\odot}$, thus to the observed mass and radius of the sun; the results are contained in Table 2. In this table, L is the luminosity ($\frac{\text{erg}}{\text{sec}}$), m_{bol} —

Table 2.

Characteristic Data for the Models of Table 1, reduced to Solar Mass and Solar Radius.

($n = 1.50$; $33\frac{1}{3}$ per cent hydrogen; uniform composition)

Model No.	1	2	3	4	5	6	7
$M_{r1} : M$	0.2496	0.1890	0.1667	0.1503	0.1434	0.1392	0.1381
$(1 - \bar{\rho}) \times 10^3$	3.4	3.9	3.7	3.6	3.5	3.6	3.9
$10^{-6} \cdot T_c$	13.1	13.2	13.3	13.6	14.2	15.8	20.6
$q_c : q_m$	6.00	6.06	6.42	7.70	9.51	13.96	31.27
$\log L - 33$	0.652	0.650	0.594	0.487	0.421	0.379	0.417
m_{bol}	4.46	4.47	4.61	4.88	5.04	5.15	5.05
α	2.018	2.025	2.302	2.951	3.439	3.788	3.457

the bolometric magnitude, α — Eddington's divisor of the luminosity [cf.¹, form. (35)]; $\alpha = 2.5$ has been considered by Eddington as a fair guess, allowing for the uncertainty in the distribution of the energy sources inside the star (cf.²); for the average of the models of Table 2, $\alpha = 2.5$ appears to be quite a satisfactory approximation. $M_{r1} : M$ is the fraction of mass contained in the convective core. The observed bolometric magnitude of the sun, 4.65, corresponds most closely to Model No. 3; however, this result depends entirely upon the assumed hydrogen content, $33\frac{1}{3}$ per cent. With 35 per cent hydrogen, Model No. 1, and with 29 per cent, Model No. 7 lead to an agreement between the observed and the computed luminosity. As shown in¹, there are several reasons to believe that the sun is a complete adiabatic structure, like Model No. 1. If this were so, $T_c \sim 13.10^6$ may be considered the more or less fixed central temperature for stars of solar mass and of approximately the solar luminosity: the high sensitivity of the yield of subatomic energy to changes in T_c warrants the practical constancy of the central temperature. In such a case the different models of Table 2 cannot represent stages of

evolution of the same star; in the eventual course of evolution, T_c should remain nearly constant, and the radius should vary. Disregarding evolution, we may state that a star of given mass and composition may assume configurations corresponding to one of our models, in such a manner, that the central temperature remains nearly constant. Table 3 represents data for such configurations.

Table 3.

Radii and Luminosities of the Models of Table 1, for
 $T_c = 13,10^6$ and $M = M_\odot$.
 ($n_a = 1.5$; $33\frac{1}{3}$ per cent hydrogen; uniform composition)

Model No.	1	2	3	4	5	6	7
$R: R_\odot$	1.000	1.007	1.013	1.042	1.092	1.217	1.584
$\bar{\rho}: \rho_\odot$	1.00	0.98	0.96	0.88	0.77	0.55	0.25
$\Delta m_b = 1.25 \ R/R_\odot$	0.00	0.00	+0.01	+0.02	+0.05	+0.11	+0.25
m_{bol}	4.46	4.47	4.62	4.90	5.09	5.26	5.30
q_c	6.0	6.0	6.2	6.8	7.3	7.7	7.8

In the third line of the table, Δm_b is the correction to be added to m_b of Table 2; the correction is equivalent to Eddington's effective temperature term, $-2 \log T_e$ (cf.², p. 137), and follows directly from ¹, form. (35), if electron scattering is disregarded; for our models the latter is small indeed, being of the order of 0.01 or less of the Kramers opacity.

In Table 3 we notice that the luminosity steadily decreases as the radiative equilibrium zone widens: the lowest luminosity occurs for No. 7, the complete radiative shell model. In Table 2, the trend of the luminosity was not so regular as that: at constant radius, the minimum luminosity occurs for Model No. 6. As already mentioned, the conditions for actual stars should be those of Table 3.

If the models can turn one into the other, their order should be from No. 7 to No. 1, because this would correspond to a contractional trend of evolution: a decreasing radius, leading to a considerable contraction in the outer portions of the star, where the released gravitational energy exceeds the amount spent upon expansion of the central core (cf.

Table 3, ρ_c); and an increasing luminosity, requiring a slight increase of the central temperature, thus leading to a slight contraction in the central regions, too. Judging from the ratios $M_{r_1}:M$ as given in Table 2, this trend of evolution must be accompanied by an increase of the mass and of the extent of the central convective region.

Of course, a model of uniform composition may remain such only when thoroughly mixed, otherwise the progress of the atomic synthesis soon introduces a differentiation of composition between core and periphery (cf. ¹). Thus, only Model No. 1 can be considered of a more or less permanent character, whereas Models No. 2—7 may appear only as transient configurations at an early stage of the life of a star; these models are soon transformed into those of non-uniform composition, examples of which are given in the following section.

All the above computations have been made with the conventionally constant value of $n_a = 1.5$; if for stars of about the solar mass this assumption is perhaps not far from the truth, larger stars, of smaller β , must have a larger value of n_a [form. (16)]; there cannot, however, exist a difference of principle on this account, although the quantitative picture may differ considerably; thus the fraction of mass comprised in the core must be larger for a larger n_a (cf. ¹, Table 2).

4. Composite Models of Non-Uniform Molecular Weight.

Below are given computations of models consisting of a core of constant dimensions and structure, devoid of hydrogen, surrounded by a shell of 33½ per cent hydrogen. These models are supposed to represent thus an advanced stage of the composite adiabatic-radiative configuration (cf. ¹). $n_a = 1.5$ is assumed as before. For the core $\mu = 2.24$ and $\log k_0 = 25.4660$ were taken; for the envelope, the constants are the same as in the preceding section. For an invariable core, the different models can be obtained only by a variation of the luminosity $L = Q_c$, where Q_c denotes the net flux of radiation just outside the boundary (r_1) of the core; $Q_c \gg Q_i$, where Q_i is the net flux of radiation just inside r_1 ; the difference $Q_c - Q_i = C_{r_1}$ evidently must be supplied by convection. The results of the computation are collected in Table 4.

Table 4.

Models of Non-Uniform Composition.

(Core with 0 per cent, shell with 33½ per cent hydrogen.)

a) Structure of the adiabatic core, the same for Models

No. 8—12; $n = n_a = 1.5$.

r 10 ¹⁰ cm	T 10 ⁶ deg	$\log \rho$ g/cm ³	M_r 10 ³² g	$\log Q_r$	$1-\beta$
0	15.710	1.0345	0	$-\infty$	0.0240
2.222	9.268	0.6907	3.172	33.4521	0.0111
(r_1)				(Q_1)	

 β) Model No. 8

[core, cf. a)].

Complete adiabatic, $n_a = 1.5$; two non-mixing principal convective regions. $\log Q_s = 34.0915$; $1 - \beta = 0.0105$ (average for the whole model, including the core); $R = 10,230 \cdot 10^{10}$ cm; $M = 17,353 \cdot 10^{32}$ g; $q_s : q_m = 27.98$.

r 10 ¹⁰ cm	T 10 ⁶ deg	$\log \rho$ g/cm ³	M_r 10 ³² g	r 10 ¹⁰ cm	T 10 ⁶ deg	$\log \rho$ g/cm ³	M_r 10 ³² g
2.222	9.268	0.3670	3.172	5.2	4.568	1.9020	10.073
2.3	9.100	0.3550	3.287	5.6	4.070	1.8246	11.154
2.4	8.892	0.3400	3.441	6.0	3.596	1.7420	12.197
2.6	8.498	0.3105	3.773	6.4	3.145	1.6520	13.179
2.8	8.127	0.2815	4.135	6.8	2.717	1.5537	14.081
3.0	7.775	0.2525	4.525	7.2	2.313	1.4449	14.886
3.2	7.438	0.2237	4.942	7.6	1.932	1.3226	15.582
3.4	7.114	0.1947	5.385	8.0	1.576	1.1837	16.162
3.6	6.801	0.1654	5.851	8.4	1.243	1.0204	16.622
3.8	6.493	0.1365	6.337	8.8	0.932	0.8167	16.962
4.0	6.202	0.1052	6.841	9.2	0.645	0.5588	17.189
4.2	5.914	0.0737	7.361	9.6	0.379	0.21638	17.314
4.4	5.633	0.0414	7.892	10.230	0	$-\infty$	17.353
4.8	5.089	1.9738	8.977				

Table 4. Continued.

γ) Model No. 9 [core, cf. α)].

Composite model, with an outer convective region separated from the core by a region in radiative equilibrium.

Log. $Q_c = 34.0417$; $1 - \bar{\beta} = 0.0104$; $R = 10,327.10^{10}$ cm;

$M = 17,624.10^{32}$ g; $q_c : q_m = 28.34$.

r 10 ¹⁰ cm	T 10 ⁶ deg	$\log \rho$ g/cm ³	M_r 10 ³² g	$\frac{P_g}{10^{14}}$ dyne cm ²	$\frac{P_R}{10^{12}}$ dyne cm ²	n
Shell in radiative equil., $Q_r = Q_e = \text{const.}$						
2.222	9.268	0.3670	3.172	16.760	18.8	1.82
2.3	9.116	0.3539	3.287	15.995	17.6	1.74
2.4	8.929	0.3382	3.441	15.111	16.2	1.69
2.6	8.565	0.3078	3.771	13.518	13.7	1.54
2.8	8.209	0.2791	4.131	12.122	11.6	
External convective region, $n = n_a = 1.50$						
3.0	7.857	0.2506	4.519			
3.2	7.521	0.2222	4.935			
3.4	7.197	0.1934	5.376			
3.6	6.884	0.1645	5.840			
3.8	6.581	0.1352	6.325			
4.0	6.286	0.1054	6.829			
4.2	5.998	0.0748	7.349			
4.4	5.717	0.0436	7.881			
4.8	5.173	1.9784	8.970			
5.2	4.652	1.9094	10.072			
5.6	4.154	1.8354	11.163			
6.0	3.679	1.7564	12.219			
6.4	3.227	1.6710	13.218			
6.8	2.798	1.5782	14.140			
7.2	2.392	1.4760	14.968			
7.6	2.009	1.3623	15.690			
8.0	1.650	1.2340	16.297			
8.4	1.314	1.0857	16.785			
8.8	1.000	2.9078	17.154			
9.2	0.709	2.6837	17.408			
9.6	0.439	2.3716	17.558			
10.0	0.189	3.8226	17.618			
10.327	0	$-\infty$	17.624			

Table 4. Continued.

δ) Model No. 10 [core, cf. α)].

Type of structure as before. $\log Q_c = 34.0031$; $1 - \bar{\beta} = 0.0107$; $R = 12,772 \cdot 10^{10}$ cm; $M = 21,116 \cdot 10^{32}$ g; $q_c : q_m = 44.75$. The computations start at $r = 2,8 \cdot 10^{10}$ cm, by interpolation of trial models.

r 10^{10} cm	T 10^6 deg	$\log q$ g/cm ³	M_r 10^{32} g	p_g 10^{14} dyne cm ²	p_R 10^{12} dyne cm ²	n
Shell in radiative equil., $Q_r = Q_e = \text{const.}$						
2.222	9.268	0.3670	3.172	16.760	18.8	
2.8	8.329	0.2734	4.125	. . .	. . .	2.07
3.0	8.045	0.2423	4.507	10.921	10.7	2.09
3.2	7.779	0.2116	4.914	9.834	9.33	2.15
3.4	7.525	0.1806	5.343	8.859	8.18	2.18
3.6	7.283	0.1496	5.793	7.985	7.17	2.23
3.8	7.051	0.1184	6.261	7.195	6.30	2.24
4.0	6.829	0.0871	6.745	6.481	5.54	2.31
4.2	6.614	0.0552	7.242	5.834	4.88	2.28
4.4	6.407	0.0233	7.750	5.249	4.29	2.37
4.8	6.011	1.9580	8.789	4.239	3.33	2.41
5.2	5.640	1.8912	9.844	3.410	2.58	2.41
5.6	5.286	1.8233	10.899	2.733	1.99	2.37
6.0	4.943	1.7544	11.938	2.181	1.52	2.24
6.4	4.603	1.6853	12.951	1.7328	1.14	1.96
6.8	4.250	1.6174	13.913	1.3681	0.831	1.46
7.2	3.847	1.5542	14.879	1.0704	0.558	
External convective region, $n = n_a = 1.50$						
7.6	3.463	1.4858	15.790			
8.0	3.098	1.4132	16.650			
8.4	2.751	1.3358	17.450			
8.8	2.421	1.2526	18.182			
9.2	2.108	1.1624	18.838			
9.6	1.812	1.0639	19.414			
10.0	1.532	0.9546	19.907			
11.0	0.900	0.6079	20.742			
12.0	0.358	0.0074	21.079			
12.772	0	— ∞	21.116			

Table 4. Continued.

 ϵ) Model No. 11

[core, cf. (a)].

Type of structure as before.

Log $Q_e = 34.0027$; $1 - \bar{\beta} = 0.0110$; $R = 15,158.10^{10}$ cm; $M =$
 $= 22,560.10^{32}$ g; $q_e : q_m = 69.98$.

The computations start at $r = 6.8.10^{10}$ cm, by interpolation
of trial models.

r 10^{10} cm	T 10^6 deg	$\log \rho$ g/cm ³	M_r 10^{32} g	p_g 10^{13} dyne cm ²	p_R 10^{11} dyne cm ²	n
---------------------	-------------------	----------------------------------	----------------------	--	--	-----

Shell in radiative equil., $Q_r = Q_e = \text{const.}$

2.222	9.268	0.3670	3.172	167.60	188	
6.8	4.438	1.6072	13.885	. . .	. . .
7.2	4.174	1.5332	14.800	11.067	7.73	2.77
7.6	3.925	1.4586	15.662	8.764	6.04	2.79
8.0	3.688	1.3831	16.467	6.922	4.71	2.80
8.4	3.461	1.3074	17.215	5.456	3.65	2.75
8.8	3.239	1.2316	17.906	4.288	2.80	2.63
9.2	3.016	1.1565	18.542	3.359	2.11	2.42
9.6	2.781	1.0835	19.127	2.618	1.52	2.07
10.0	2.506	1.0165	19.669	2.022	1.00	1.48

External convective region,

$$n = n_a = 1.50$$

11.0	1.876	2.8278	20.825
12.0	1.325	2.6013	21.685
13.0	0.843	2.3067	22.243
14.0	0.422	3.8560	22.519
15.0	0.054	4.5166	22.560
15.158	0	$-\infty$	22.560

Table 4. Continued.

ξ) Model No. 12

[core, cf. (a)].

Complete radiative outer shell.

$$\text{Log } Q_e = 34.0027; 1 - \bar{\beta} = 0.0121; R = 23,886.10^{10} \text{ cm};$$

$$M = 23,346.10^{32} \text{ g};$$

$$Q_c : Q_m = 264.6.$$

The computations start at $r = 8,8.10^{10} \text{ cm}$, by interpolation of trial models.

r 10^{10} cm	T 10^6 deg	$\log \rho$ g/cm^3	M_r 10^{32} g	p_g $10^{13} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	p_R $10^{11} \frac{\text{dyne}}{\text{cm}^2}$	n
-----------------------------	---------------------------	--------------------------------	------------------------------	--	--	-----

Shell in radiative equil., $Q_r = Q_e \text{ const.}$

2.222	9.268	0.3670	3.172	167.60	188	
8.8	3.290	1.2282	17.894	. . .	. . .	2.98
9.2	3.097	1.1503	18.523	3.401	2.34	
9.6	2.915	1.0721	19.097	2.673	1.84	2.96

Same, simplified calculation: $n = \text{const.} = 3;$

$k = \text{const.} = k \text{ at } r = 9,6.10^{10}$

10.0	2.743	2.9929	19.617
11.0	2.353	2.7931	20.697
12.0	2.013	2.5900	21.512
13.0	1.715	2.3812	22.112
14.0	1.454	2.1661	22.541
15.0	1.224	1.9417	22.840
16.0	1.021	1.7053	23.041
17.0	0.840	1.4512	23.170
18.0	0.679	1.1740	23.249
23.886	0	— ∞	23.346

The data for the models of Table 4, reduced to $M = M_\odot$ and $R = R_\odot$ by homologous transformation, are collected in Table 5.

Table 5.

Characteristic Data for the Models of Table 4, reduced to Solar Mass and Radius.

(Central core devoid of hydrogen; outside the core 33 $\frac{1}{3}$ per cent hydrogen.)

Model No.	8	9	10	11	12
$M_{r1} : M$	0.1828	0.1800	0.1503	0.1406	0.1360
$(1 - \bar{\rho}) \cdot 10^3$	13.1	12.6	9.0	8.2	8.5
$10^{-6} \cdot T_c$	26.5	26.3	27.2	30.3	46.1
$\rho_c : \rho_m$	27.98	28.34	44.75	69.98	264.6
$\log L - 33$	1.4883	1.4054	0.9938	0.8757	0.8947
m_{bol}	2.37	2.58	3.61	3.90	3.86
Hydrogen { true	27.2	27.3	28.3	28.6	28.8
per cent { apparent . . .	13	15	22	25	24

The "true" hydrogen content is the assumed percentage of hydrogen in the whole model; the "apparent" hydrogen content (in the last line of the table) is the percentage computed from the luminosity, on the assumption of a polytropic structure $n = 3$ (determining the central conditions), and a divisor of luminosity $a = 2.5$. We see that, in view of the possibility of the existence of different types of composite structure, the computed "apparent" hydrogen content may differ considerably from the true one, the deviation being negative in all cases; in other words, this means that, with the exhaustion of hydrogen in the central core, the luminosity of the star increases more rapidly than it would in the case of a uniform distribution of hydrogen throughout the star.

In a preceding paper¹, we raised a number of arguments in favour of the sun being built according to the complete adiabatic model (Model No. 1, preceding section); also, we compared the theoretical rate of the increase of the luminosity of the sun with certain geologic facts; we found that this theory, with the adiabatic model for a basis, is not contradicted by the scanty observational facts. If a composite structure for the sun were postulated, the figures of Table 5 would require a from two to four times more rapid increase

of the solar luminosity during the geological ages; in such a case permanent glaciation in moderate latitudes should be found in the late Archaean, which does not seem to be the case. Thus, from this standpoint, too, a complete adiabatic model of uniform composition seems to be the more probable one.

For a constant central temperature the data are represented in Table 6, which is an analogon of Table 3.

Table 6.

Radii and Luminosities of the Models of Table 4,

for $T_c = 13,1 \cdot 10^6$ and $M = M_\odot$

(core devoid of hydrogen; envelope with 33 $\frac{1}{3}$ per cent hydrogen).

Model No.	8	9	10	11	12
$R: R_\odot$	2.025	2.013	2.078	2.309	3.519
$\bar{\rho}: \rho_\odot$	0.12	0.12	0.11	0.081	0.023
$\Delta m_1 = 1.25 \log R/R_\odot$. . .	+0.38	+0.38	+0.40	+0.45	+0.65
m_{tot}	2.75	2.96	4.01	4.35	4.54
$\rho_c: \rho_\odot$	3.4	3.4	4.9	5.7	6.1

The condition $T_c = \text{const.}$ must be regarded as a good approximation to actual conditions from the standpoint of stellar energy generation; therefore the radii and luminosities of Tables 3 and 6 may be considered more or less representative of the differences due to internal structure for stars of the solar mass. In Table 3, Model No. 1 is the only permanent one; Models Nos. 2 to 7, in the course of evolution determined by the progressive exhaustion of hydrogen in the core, must gradually become more and more similar to the models of Table 6. The line of evolution is probably determined by the initial fraction of mass in the core, $M_{r,1}:M$; e. g., if this fraction is assumed to remain constant, Model No. 4 may be supposed to turn ultimately into No. 10, Model No. 7 into an intermediate one between Nos. 11 and 12. Certain considerations, however, render it probable that the effective ratio $M_{r,1}:M$ in the course of evolution decreases (cf. ¹, the core may become stratified); in such a case all the composite models should approach something similar to Model No. 12, which

may be considered an advanced stage of the semi-giant class (cf.¹, Section 6. *h* and 7. *f*). In the course of evolution with constant central temperature, the radius of a star, according to our computations, may increase to from two to three times its original value, and more, depending upon the original content of hydrogen and the degree of exhaustion attained.

5. "Giant" Composite Models.

It is possible to construct "inflated" models, of low mean density and of large concentration $\rho_c:\rho_m$, along the lines of the preceding section: with a suitable choice of the ratio of molecular weights in the core and in the envelope, a "giant" star may be obtained, with all the energy sources still concentrated in the core. In¹, however, we considered as the specifically "giant" structure a model consisting of an exhausted, eventually overdense core, devoid of subatomic energy sources, surrounded by a hydrogen-containing envelope, able to generate subatomic energy.

Below are given sample computations for an extreme case of the "giant" model — for extremely large masses, partly corresponding to those of the largest supergiants, partly exceeding any stellar mass observed, or imaginable. All the models are built up upon the same core. The chief purpose was to show that arbitrary degrees of "inflation" can be obtained, without making any *ad hoc* assumptions with respect to the coefficient of opacity or other physical laws. The coefficient of opacity as defined by (1) in all the computations cited below is practically determined by electron scattering, independent of temperature and density, the Kramers term of opacity being quite small. Further, for the large masses considered here, β is small, often very small, and n_a is always close to 3 [cf. (16)]; therefore, the effective polytropic index remains here close to 3, too, fluctuating eventually on both sides of this value.

In the models below three distinct regions are considered schematically: (1) a central core, devoid of hydrogen, and of subatomic energy sources; electronic opacity = 0.2; $\log k_0 = 25.4660$; $\bar{\mu} = 2.24$; $\bar{n} = 3$; (2) an intermediate shell, devoid of hydrogen, but containing 75 per cent helium, considered con-

ventionally as the product of an already terminated process of the synthesis from hydrogen; the helium is supposed to change gradually into heavier elements, releasing thus some subatomic energy (at the bottom of the shell); further, the hydrogen supplied by the outer envelope may be considered a powerful source of subatomic energy at the top of the intermediate shell; in this shell we assume the electronic opacity [not by (1)] = 0.206, $\log k_0 = 25.4100$, $\bar{\mu} = 1.48$; (3) an outer shell, of 75 per cent of hydrogen, electronic opacity = 0.350, $\log k_0 = 24.4200$, $\bar{\mu} = 0.631$. Thus, in addition to the gravitational energy of the superdense core, and of the intermediate shell, all the intermediate shell, and eventually the bottom of the outer shell, may supply subatomic energy. The introduction of the intermediate shell is not necessary from the standpoint of our computations; we introduce it only to avoid the grotesque impression of a hydrogen-containing material which, at temperatures of the order of 10^9 , still gradually releases subatomic energy, instead of having used up all its store of hydrogen long before such high temperatures had been reached (cf.¹). In other respects, we did not care to represent the rate of subatomic energy generation by definite formulae; we are content to study what happens when energy sources are present in an intermediate shell. The computational results of our qualitative picture cannot be changed in principle if a definite law of energy generation is assumed; only the computations would become much more complicated in such a case.

In a real giant model we have to assume a gradual, more or less balanced, flow of the material into the central core (cf.¹); the material outside the core sinks concentrically inwards, the temperature increasing and the atomic synthesis steadily advancing at the same time; the gravitational energy of the sinking material adds to the subatomic energy released; a gradual stratification of the material in the intermediate shell must be the result, the molecular weight steadily increasing inwards; therefore, convection currents in the intermediate shell are not very likely to occur; such currents may be assumed to start only in the outer shell, at a level where the temperature is low enough for atomic synthesis to proceed not too violently. These considerations should be

kept in mind when dealing with the following computations; they justify the introduction of the intermediate helium shell as a schematic substitute for the more complicated stratified structure of a steadily varying composition. Table 7 contains the detailed results, and Table 8 gives a synopsis of the most important characteristic data. Some comments on the features of the latter table may be made. Thus, the heat output per unit of mass (fraction of heat: fraction of mass) is largest for the intermediate shell, and smallest for the outer shell in all three cases; this circumstance reflects the peculiar distribution of the energy sources in the giant model, discussed qualitatively in¹. The effective temperature of the surface of Model No. 13 corresponds to an early O-type star; Model No. 14 corresponds to spectrum F (supergiant), whereas Model No. 15 requires 496° abs. or + 223° C: the star, in spite of its large output of heat, would be invisible. Although of very low density, the dimensions of No. 15 (about 0.2 parsec diameter) are still too small for a nebula. The conditions of radiation pressure being highly variable inside the same model, a homologous transmutation of temperature, radius,

Table 7.

"Giant" Models.

(Core devoid of hydrogen or helium; intermediate shell with 75 per cent helium, no hydrogen; outer shell with 75 per cent hydrogen.)

a) Model No. 13.

Adiabatic outside the core. $\text{Log } Q_{\text{max}} = 40.2001$; $R = 5,102.10^{11}$ cm;

$$M = 2,4406.10^{25} \text{ g}; q_e : q_m = 4,74.10^6.$$

r 10 ¹⁰ cm	T 10 ⁶ deg	$\log \rho$ g/cm ³	M_r 10 ³⁶ g	$\log \frac{1-\beta}{\beta}$	$\log Q_r$	n
----------------------------	----------------------------	----------------------------------	-----------------------------	------------------------------	------------	-----

Core, $n = 3 = \text{const. assumed}$

0	4962.0	6.3184	0	0.6080	0	3
0.4347	1782.3	4.9845	1.3177	0.6080	40.0901	3

Table 7. Continued.
(Model No. 13.)

r 10 ¹⁰ cm	T 10 ⁶ deg	$\log \rho$ g/cm ³	M_r 10 ³⁵ g	$\log \frac{1-\beta}{\beta}$	$\log Q_r$	n
Intermediate shell, adiabatic, $n = n_a$ defined by equation (16)						
0.4347	1782.3	4.8046	1.3177	0.6080	40.0977	2.9128
0.4400	1761.1	4.7894	1.3255	0.6076	. . .	2.9127
0.4500	1721.1	4.7603	1.3404	0.6067	40.1045	2.9124
0.5000	1539.1	4.6188	1.4096	0.6024	40.1246	2.9118
0.5556	1365.6	4.4677	1.4773	0.5978	40.1430	2.9108
0.6250	1181.8	4.2850	1.5494	0.5921	40.1611	2.9097
0.7143	986.7	4.0572	1.6237	0.5850	40.1781	2.9083
0.8333	779.5	3.7594	1.6958	0.5756	40.1922	2.9064
1.0000	559.1	3.3402	1.7577	0.5619	40.2001	2.9036
Outer shell, adiabatic, $n = n_a$ defined by equation (16)						
1.0000	559.1	2.9699	1.7577	0.5619	39.9969	2.9036
1.1111	510.4	2.8550	1.7704	0.5580	. . .	2.9028
1.2500	460.9	2.7264	1.7854	0.5537	. . .	2.9020
1.4286	410.5	2.5804	1.8034	0.5488	. . .	2.9010
1.6667	359.1	2.4119	1.8257	0.5430	. . .	2.8998
2.0000	306.3	2.2116	1.8543	0.5360	. . .	2.8983
2.273	273.9	2.0710	1.8759	0.5311	. . .	2.8972
2.500	251.9	1.9655	1.8928	0.5274	40.0213	2.8964
2.778	229.5	1.8485	1.9124	0.5232	. . .	2.8953
3.125	206.7	1.7171	1.9354	0.5184	. . .	2.8943
3.571	183.38	1.5666	1.9628	0.5129	. . .	2.8930
4.167	159.44	1.3908	1.9963	0.5063	. . .	2.8914
5.000	134.68	1.1789	2.0383	0.4983	. . .	2.8896
5.556	121.97	1.0547	2.0637	0.4935	. . .	2.8885
6.250	108.96	0.9129	2.0929	0.4880	. . .	2.8872
7.143	95.63	0.7496	2.1269	0.4815	40.0605	2.8856
8.333	81.88	0.5552	2.1669	0.4737	. . .	2.8838
10.000	67.65	0.3159	2.2145	0.4640	. . .	2.8814
11.111	60.31	0.1727	2.2417	0.4581	. . .	2.8798
12.500	52.80	0.0060	2.2715	0.4511	. . .	2.8780
14.286	45.07	1.8083	2.3039	0.4427	. . .	2.8758

Table 7. Continued.
(Model No. 13.)

r 10 ¹⁰ cm	T 10 ⁶ deg	$\log \varrho$ g/cm ³	M_r 10 ³⁵ g	$\log \frac{1-\beta}{\beta}$	$\log Q_r$	n
Outer shell, adiabatic, $n = n_a$ defined by equation (16), continued						
16.667	37.11	1.5657	2.3385	0.4321	. . .	2.8731
20.000	28.86	1.2521	2.3743	0.4181	. . .	2.8693
22.73	23.74	1.0089	2.3953	0.4069	40.0905	2.8662
25.00	20.24	2.8104	2.4085	0.3975	40.0898	2.8634
27.78	16.66	2.5686	2.4204	0.3858	. . .	2.8601
31.25	12.98	2.2588	2.4302	0.3704	. . .	2.8555
35.71	9.18	3.8294	2.4371	0.3483	. . .	2.8486
41.67	5.18	3.1227	2.4404	0.3095	. . .	2.8360
50.00	0.52	6.7177	2.4406	0.1615	. . .	2.779
51.02	0	— ∞	2.4406	— ∞	. . .	1.500

β) Model No. 14.

$\log Q_{max} = 42.4736$; $R = 1,915.10^{15}$ cm; $M = 435,5.10^{35}$ g;
 $Q_c : Q_m = 1,41.10^{15}$.

r 10 ¹⁰ cm	T 10 ⁶ deg	$\log \varrho$ g/cm ³	M_r 10 ³⁵ g	p_g 10 ²¹ dyne cm ²	p_E 10 ²¹ dyne cm ²	n
----------------------------	----------------------------	-------------------------------------	-----------------------------	---	---	-----

Core: same as No. 13.

Intermediate shell, radiative equilibrium with $\log Q_r = 40.0901 = \text{const.}$

0.4347	1782.3	4.8046	1.3177	6.340	25.706	3.00
0.4400	1760.5	4.7902	1.3257	6.057	24.460	(2.67)
0.4500	1720.6	4.7582	1.3405	5.500	22.334	3.23

r 10 ¹⁰ cm	T 10 ⁶ deg	$\log \varrho$ g/cm ³	M_r 10 ³⁵ g	$\log \frac{1-\beta}{\beta}$	$\log Q_r$
----------------------------	----------------------------	-------------------------------------	-----------------------------	------------------------------	------------

Intermediate shell, continued: radiative equilibrium with $n = 3.25 = \text{const.}$
and variable Q_r

0.5000	1544.6	4.6058	1.4085	0.6202	40.1211
0.5556	1380.1	4.4469	1.4737	0.6324	40.1426
0.6250	1212.5	4.2642	1.5424	0.6465	40.1647

Table 7. Continued.
(Model No. 14.)

r 10^{10} cm	T 10^6 deg	$\log \rho$ g/cm ³	M_r 10^{35} g	$\log \frac{1-\beta}{\beta}$	$\log Q_r$
---------------------	-------------------	----------------------------------	----------------------	------------------------------	------------

Intermediate shell, continued: radiative equilibrium with $n = 3.25 = \text{const.}$
and variable Q_r

0.7143	1042.3	4.0507	1.6144	0.6629	40.1873
0.8333	870.4	3.7962	1.6890	0.6825	40.2103
1.0000	698.9	3.4865	1.7654	0.7063	40.2321
1.1111	613.7	3.3032	1.8039	0.7204	40.2430
1.2500	529.3	3.0942	1.8422	0.7365	40.2544
1.4286	446.2	2.8531	1.8799	0.7550	40.2652
1.6667	365.0	2.5697	1.9165	0.7768	40.2760
2.0000	286.4	2.2274	1.9514	0.8032	40.2870

Intermediate shell, continued: radiative equilibrium with $n = 3.30 = \text{const.}$
and variable Q_r

2.0833	270.79	2.1449	1.9581	0.8128	40.2883
2.1739	255.52	2.0614	1.9644	0.8204	. . .
2.2727	240.34	1.9736	1.9708	0.8284	. . .
2.500	210.70	1.7852	1.9831	0.8455	. . .
2.778	181.88	1.5743	1.9947	0.8647	. . .
3.125	154.06	1.3364	2.0055	0.8863	. . .
3.571	127.35	1.0635	2.0154	0.9111	. . .
4.167	101.95	0.7447	2.0243	0.9401	. . .
5.000	78.05	0.3619	2.0321	0.9749	. . .
5.556	66.74	0.1375	2.0355	0.9953	. . .
6.250	55.90	1.8834	2.0386	1.0184	. . .
7.143	45.60	1.5917	2.0413	1.0449	. . .
8.333	35.90	1.2488	2.0436	1.0761	. . .
10.000	26.86	2.8330	2.0455	1.1139	. . .
11.111	22.620	2.5869	2.0463	1.1362	. . .
12.500	18.593	2.3060	2.0470	1.1628	40.3279
14.286	14.798	3.9787	2.0476	1.1915	40.3286
16.667	11.252	3.5863	2.0480	1.2272	40.3289
20.000	8.006	3.0982	2.0483	1.2719	40.3285
25.000	5.116	4.4564	2.0485	1.3299	40.3271

Table 7. Continued.

(Model No. 14.)

r 10^{10} cm	T 10^6 deg	$\log \rho$ g/cm ³	M_r 10^{35} g
---------------------	-------------------	----------------------------------	----------------------

Outer shell, $n = 3 = \text{const.}$; adiabatic equilibrium (n_a for such a high value of the radiation pressure, $\beta = 0.04469 = \text{const.}$, differs from 3 but negligibly);

$$\log \frac{Q_r}{M_r} = 4.8346 \text{ when } k \text{ is const.}$$

25.00	5.116	$\bar{4}.0861$	2.0485
50.00	2.786	$\bar{5}.2944$	2.0487
100.0	1.6208	$\bar{6}.5885$	2.0489
200.0	1.0382	$\bar{6}.0083$	2.0494
500.0	0.6885	$\bar{7}.4731$	2.0516
1000.	0.5717	$\bar{7}.2310$	2.0591
2000.	0.5126	$\bar{7}.0888$	2.0992
3000.	0.4923	$\bar{7}.0360$	2.1911
4000.	0.4815	$\bar{7}.0072$	2.3540
5000.	0.4745	$\bar{8}.9880$	2.6044
6000.	0.4692	$\bar{8}.9736$	2.9691
8000.	0.4609	$\bar{8}.9502$	4.1049
10000	0.4538	$\bar{8}.9301$	5.886
12000	0.4470	$\bar{8}.9103$	8.423
15000	0.4368	$\bar{8}.8803$	13.844
20000	0.4183	$\bar{8}.8239$	27.626
25000	0.3977	$\bar{8}.7582$	47.366
30000	0.3755	$\bar{8}.6832$	72.41
40000	0.3288	$\bar{8}.5101$	133.63
50000	0.2825	$\bar{8}.3124$	198.52
60000	0.2395	$\bar{8}.0973$	259.60
80000	0.1680	$\bar{9}.6353$	350.74
100000	0.1153	$\bar{9}.1448$	400.92
120000	0.0762	$\bar{10}.6054$	423.8
150000	0.0354	$\bar{11}.6034$	432.6
191500	0	∞	435.5

Table 7. Continued.

 γ) Model No. 15.

$$\text{Log } Q_{\max} = 42.5641; R = 2,899.10^{17} \text{ cm}; M = 534.10^{35};$$

$$\varrho_c : \varrho_m = 3,98.10^{21}.$$

Core and intermediate shell up to $r \leq 25,000.10^{10}$ cm same as in
Model No. 14.

r 10^{10} cm	T 10^6 deg	$\log \varrho$ g/cm ³	M_r 10^{35} gr
---------------------	-------------------	-------------------------------------	-----------------------

Intermediate shell, radiative equilibrium, $n = 3.30$

25.000	5.116	$\bar{4}.4564$	2.0485
29.412	3.577	$\bar{5}.9435$	2.0486

Outer shell, $n = 3 = \text{const.}$ (cf. Model No. 14); $\beta = 0.04030 = \text{const.};$

$$\log \frac{Q_r}{M_r} = 4.8366 \text{ when } k = \text{const.}$$

29.412	3.577	$\bar{5}.5732$	2.0486
50.00	2.106	$\bar{6}.8832$	2.0487
200.0	0.5290	$\bar{7}.0832$	2.0489
500.0	0.2136	$\bar{9}.9015$	2.0490
1000.0	0.10847	$\bar{9}.0186$	2.0491
2000.0	0.05591	$\bar{10}.1552$	2.0492
5000.	0.02437	$\bar{11}.0734$	2.0493
10000	0.01386	$\bar{12}.3375$	2.0494
20000	0.008597	$\bar{13}.7159$	2.0497
50000	0.005442	$\bar{13}.1201$	2.0507
100000	0.004389	$\bar{14}.8399$	2.0538

r 10^{15} cm	T deg	$\log \varrho$ g/cm ³	M_r 10^{35} g
---------------------	------------	-------------------------------------	----------------------

Same, continued

2.0	3860	$\bar{14}.6725$	2.0695
5.0	3528	$\bar{14}.5552$	2.2621
10.0	3384	$\bar{14}.5009$	3.473
15.0	3302	$\bar{14}.4691$	6.512
20.0	3226	$\bar{14}.4388$	12.023
25.0	3146	$\bar{14}.4058$	20.468

Table 7. Continued.
(Model No. 15.)

r 10 ¹⁵ cm	T deg	$\log \rho$ g/cm ³	M_r 10 ³⁵ g
Same, continued			
30.0	3058	14.3689	32.096
40.0	2863	14.2831	64.89
50.0	2649	14.1817	107.88
60.0	2425	14.0668	158.62
80.0	1985	15.8061	265.7
100.0	1591	15.5178	359.6
120.0	1255	15.2085	430.0
150.0	862	16.7192	493.5
200.0	423	17.7916	528.4
289.9	0	— ∞	534.0

and mass does not seem possible, even as an approximation; therefore, we had to leave all our results unchanged, thus deviating from the procedure employed with respect to the types of structure discussed in the preceding sections. Although a quantitative application of our result to smaller masses is not possible, qualitatively similar types of structure may be expected to result for stars of different masses; Models No. 14 and No. 15 are of a size which does not occur in our observational data, but we may expect similar structures to exist for masses of the observed order of magnitude.

With respect to the distribution of mass between the different sections of the star, our examples refer to two extreme cases: Model No. 13, with the major fraction of mass in the core, but at the same time with the mass of the outer shell comparable to the mass of the core; Models No. 14 and 15, with almost the whole mass in the outer shell, and an almost negligible fraction of mass in the core. Without doubt, intermediate cases could be constructed, as well as such where the major fraction of the mass is in the core, the outer shell figuring as an extended atmosphere of a relatively small mass.

Table 8.
Characteristic Data for the Models of Table 7.
($T_c = 4,96.10^9$ deg; $\rho_c = 2,08.10^6$ g/cm³.)

Model No.	13	14	15	
$R: R_{\odot}$	7.36	27500	4,18.10 ⁶	
$M: M_{\odot}$	123.0	22000	26900	
m_{bol}	— 11.91	— 17.59	— 17.82	
$\rho_c: \rho_m$	4,74.10 ⁶	1,41.10 ¹⁵	3,98.10 ²¹	
Fraction of mass { core	0.54	0.0030	0.0025	
{ intermediate shell	0.11	0.0017	0.0014	
{ outer shell	0.35	0.9953	0.9961	
Fraction of heat { core	0.78	0.0041	0.0034	
output *) { intermediate shell	0.22	0.0031	0.0024	
{ outer shell	0	0.9928	0.9942	
Bottom of outer shell { T deg	559.10 ⁶	5,12.10 ⁶	3,58.10 ⁶	
{ ρ g/cm ³	933	1,22.10 ⁻⁴	3,74.10 ⁻⁵	
β { centre	0.198	0.198	0.198	
	{ interm. { bottom	0.198	0.198	0.198
		{ top	0.215	0.045	0.040
	{ outer { bottom	0.215	0.045	0.040
		{ shell { top	1.000	0.045	0.040
	Effective temperature of the surface,			
deg abs.	95900	5790	496	

Our computations were made without consideration being given to any definite properties of the physical source of stellar energy. Of course, gravitational energy, mainly as a source in the core, is self-regulating under all circumstances. However, from the standpoint of the transmutation of the elements, the conditions at the bottom of the hydrogen-containing outer shell determine the secular stability of the model. In Model No. 13, the temperature and density at the bottom of the outer shell (cf. Table 8) are rather high, requiring a very intense development of subatomic energy, whereas the amount which the outer shell is able to get rid

*) Net output radiated into space.

of is zero; therefore, Model No. 13 would not be secularly stable, and should go on expanding instead. In Model No. 14, and still more so in No. 15, the temperature and density at the bottom of the outer shell are too low for an appreciable amount of subatomic energy to be produced, whereas the loss of energy by this shell is very large; the models will contract. From such considerations it appears that a secularly stable type of structure may be an intermediate one between No. 13 and No. 14. Given a definite law of subatomic energy generation it may be possible to calculate secularly stable giant models of a great variety of structure depending upon the initial conditions. This problem we hope to discuss in future in a cooperative investigation.

Tartu, March 5, 1938.

Note added in proof.

The importance of convection as a means of heat transport, and the fact that the adiabatic value of the temperature gradient cannot be much exceeded, has been pointed out by Jeffreys (Monthly Notices **91**, 121, 1930), and has been more thoroughly studied by L. Biermann (Zeitsch. für Astroph. **5**, 117, 1932; Astron. Nachr. **257**, 269, 1935 and **264**, 361, 1938), who also computed some models with convective zones and with a small degree of concentration of the energy sources ($\epsilon \sim T$, cf. *ibidem*, and Astr. Nachr. **258**, 257, 1936). The only case of a convective model with a concentrated source of energy ("point-source") hitherto computed is Cowling's (Monthly Notices **96**, 58, 1935).

References.

¹ E. Öpik, Stellar Structure, Source of Energy, and Evolution, Acta et Comm. Univ. Tartu A **33**.₉, 1938; Tartu Obs-y Pub. **30**.₃, 1938.

² A. S. Eddington, The Internal Constitution of the Stars, Cambridge 1926.

³ R. Emden, Gaskugeln, Leipzig und Berlin 1907.

⁴ H. Benard, Les tourbillons cellulaires etc., Revue générale des Sciences, 1900, pp. 1261, 1309; Ann. de Physique et de Chimie, 7^e série, **23**, 62, 1901.

⁵ H. Deslandres, Recherches sur l'atmosphère solaire, Annales de l'Observatoire de Meudon **4**, 116 f., 1910.

INSTITUTUM PHYTOPATHOLOGICUM UNIVERSITATIS TARTUENSIS
TARTU, RAADI MÕIS, ESTONIA

**FUNGI ESTONICI EXSICCATI:
UREDINACEAE III
ET USTILAGINACEAE**

EDIDIT

E. LEPIK

TARTU 1939

Dieser Faszikel bildet die Fortsetzung der Darstellung der Uredinazeen Estlands, deren erster und zweiter Teil im Faszikel II und III¹⁾ erschienen sind.

Der von Prof. T. Lippmaa²⁾ gegebenen pflanzengeographischen Gliederung Estlands entsprechend sind bei Nennung der Fundorte folgende geobotanische Abkürzungen verwendet worden:

Emoc	=	Estonia	maritima	occidentalis
Emor	=	"	"	orientalis
Emb	=	"	"	borealis
Lh	=	Litorale	heademeesteense	
Einf	=	Estonia	inferior	
Eint	=	"	intermedia	
Ecl	=	"	clivosa	
Esup	=	"	superior	
Alt	=	Alutagia		
Emed	=	Estonia	media	
Eor	=	"	orientalis	
Esar	=	"	sarmatica	

Die in diesem Faszikel angeführten für Estland neuen Arten und neuen Wirtspflanzen sind mit einem Stern (*) vor der Nr. versehen. Die neuen Wirtspflanzen (nov. hosp.) sind fett gedruckt.

Als neue Rost- und Brandpilze für Estland erscheinen in diesem Faszikel die folgenden:

Puccinia Anthoxanthi Fuckel auf *Anthoxanthum odoratum* L. — *Puccinia cicutae* Lasch auf *Cicuta virosa* L. — *Puccinia herniariae* Unger auf *Herniaria glabra* L. — *Puccinia Komarowi* Tranzchel auf *Impatiens parviflora* DC. — *Puccinia millefolii* Fuckel auf *Achillea millefolium* L. — *Puccinia oreoselini* (Strauss) Fuckel auf *Peucedanum oreoselinum* Moensch. — *Puccinia ptarmicae* Karsten auf *Achillea ptarmica* L. — *Uromyces verruculosus* Schroeter auf *Melandryum album* (Mill.)

1) Lepik, E. Fungi Estonici exsiccati, fasc. I, Tartu 1931; fasc. II, 1934; fasc. III, 1936.

2) Lippmaa, T. Eesti geobotaanika põhijooni. Aperçu géobotanique de l'Estonie. Acta et Comment. Univ. Tartuensis A XXVIII, 4. 1935.

Garcke, auf *Melandryum rubrum* (Weig.) Garcke und auf *Silene inflata* Sm. — *Cintractia eructans* Liro auf *Carex hirta* L. — *Cintractia carpophila* Liro auf *Carex caespitosa* L. — *Cintractia subinclusa* (Koernicke) Magnus auf *Carex vesicaria* L. — *Tuburcinia agropyri* (Preuss) Liro auf *Agropyrum repens* (L.) Pall. — *Tuburcinia kmetiana* (Magnus) Liro auf *Viola arvensis* Murr. — *Ustilago bromivora* (Tulasne) Fischer v. Waldheim auf *Bromus secalinus* L. — *Ustilago Oxalidis* Ell. et Tracy auf *Oxalis stricta* L.

Als neue Wirtspflanzen erscheinen für Estland:

Populus candicans Aiton. für *Melampsora populina* Coll. — *Potentilla alpestris* Haller für *Phragmidium potentillae* (Pers.) Karst. — *Artemisia abrotanum* L. für *Puccinia absinthii* DC. — *Agrostemma githago* L. für *Puccinia arenariae* (Schumann) Winter. — *Stellaria palustris* Ehrh., Retz. für *Puccinia arenariae* (Schumann) Winter. — *Alopecurus antarcticus* Wahl für *Puccinia lolii* Niels. — *Petroselinum sativus* Hoffm. für *Puccinia Petrosellini* (DC.) Lindr. — *Prunus insititia* L. für *Puccinia pruni-spinosae* Pers. — *Ribes petraeum* Wulf. für *Puccinia ribesii-caricis* Klebahn. — *Carex silvatica* Huds. für *Puccinia silvatica* Schroeter. — *Viola elatior* Fries. für *Puccinia violae* (Schum.) DC. — *Hippuris vulgaris* L. für *Uromyces lineolatus* (Desm.) Schroeter.

Index.

151. *Coleosporium pulsatillae* (Str.) Lév.: *Pulsatilla pratensis* Mill.
152. *Melampsora populina* coll.: *Populus candicans* Aiton.
153. *Phragmidium potentillae* (Pers.) Karst.: *Potentilla alpestris* Haller.
154. *Puccinia absinthii* DC.: *Artemisia abrotanum* L.
155. absinthii DC.: *Artemisia vulgaris* L.
- *156. — *Anthoxanthi* Fuckel: *Anthoxanthum odoratum* L.
157. — *arenariae* (Schumann) Winter: *Agrostemma githago* L.
158. — *arenariae* (Schumann) Winter: *Stellaria palustris* Ehrh.
159. — *asperulina* (Juel) Lagerheim: *Asperula tinctoria* L.
160. — *bullata* (Pers.) Wint.: *Peucedanum palustre* Moendr.
- *161. — *cicutae* Lasch: *Cicuta viresa* L.
162. — *Gentianae* (Str.) Link: *Gentiana cruciata* L.
- *163. — *herniariae* Unger: *Herniaria glabra* L.
164. — *hieracii* (Schumann) Mart.: *Hieracium umbellatum* L.
- *165. — Komarowi Tranzschel III: *Impatiens parviflora* DC.
- *166. — Komarowi Tranzschel I: *Impatiens parviflora* DC.

167. *Puccinia lolii* Niels.: *Alopecurus antarcticus* Wahl., nov. hosp.
 168. — *longissima* Schroeter: *Sedum acre* L.
 169. — *major* Dietel: *Crepis paludosa* Moench.
 *170. — *millefolii* Fuckel: *Achillea millefolium* L.
 *171. — *oreoselini* (Strauss) Fuckel: *Peucedanum oreoselinum* Moench.
 172. — *Petroselini* (DC.) Lindr.: *Petroselinum sativum* Hoffm.
 173. — *pruni-spinosae* Pers.: *Prunus insititia* L.
 *174. — *ptarmicae* Karsten: *Achillea ptarmica* L.
 175. — *pulsatillae* (Opiz) Rostrup: *Anemone silvestris* L.
 176. — *ribesii-caricis* Klebahn: *Ribes petraeum* Wulf.
 177. — *silvatica* Schroeter: *Carex silvatica* Huds.
 178. — *violae* (Schum.) DC: *Viola elatior* Fries.
 179. *Uromyces fabae* (Pers.) de By f. sp. *Viciae sepium* Gäumann: *Vicia sepium* L.
 180. — *lineolatus* (Desm.) Schroeter: *Hippuris vulgaris* L.
 181. — " " " *Scirpus maritimus* L.
 *182. — *verruculosus* Schroeter: *Melandryum album* (Mill.) Gareke.
 *183. — " " *Melandryum rubrum* (Weig.) Gareke.
 *184. — " " *Silene inflata* Sm.
 *185. *Cintractia eructans* Liro: *Carex hirta* L.
 *186. — *carpophila* Liro: *Carex caespitosa* L.
 187. — *caricis* Magn.: *Carex Goodenoughii* Gay.
 188. — *pratensis* Sydow: *Carex glauca* Murr.
 *189. — *subinclusa* (Koernicke) Magnus: *Carex vesicaria* L.
 190. *Schizonella melanogramma* (DC.) Schroeter: *Carex digitata* L.
 *191. *Tubercinia agropyri* (Preuss) Liro: *Agropyrum repens* (L.) Pall.
 192. — *hepaticae-trilobae* (DC.) Liro: *Hepatica triloba* Gilib.
 *193. — *kmetiana* (Magnus) Liro: *Viola arvensis* Murr.
 194. — *ranunculi-auricomi* Liro: *Ranunculus auricomus* L.
 195. — *trientalis* Berk. et Brome: *Trientalis europaea* L.
 *196. *Ustilago bromivora* (Tulasne) Fischer v. Waldheim: *Bromus secalinus* L.
 197. — *decipiens* (Wallr.) Liro: *Arrhenatherum elatius* (L.) M. et Koch.
 198. — *hypodites* (Schlecht.) Fries: *Elymus arenarius* L.
 *199. — *Oxalidis* Ell. et Tracy: *Oxalis stricta* L.
 200. — *Zeae* (Beck.) Unger: *Zea Mays* L.

Index nominum estonicorum.

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| Emajuure-rooste 162. | Laanelille lehenõgi 195. |
| Hunditubaka-rooste 164. | Luste nõgipööris 196. |
| Jänesekapsa viljanõgi 199. | Maarjaheina-rooste 156. |
| Kannikese-rooste 178. | Maisi nõgipää 200. |
| Karusmarja-rooste 176. | Marana tõlvrooste 153. |
| Kroon-rooste 167. | Metstarna-rooste 177. |
| Kukeharja-rooste 168. | Metsülase-rooste 175. |
| Kuldtulika lehenõgi 194. | Mägiipiimputke-rooste 171. |
| Kurekella-rooste 151. | Mürkheina-rooste 161. |

Nisulille-rooste 157.
 Oa-rooste 179.
 Orasheina lehenõgi 191.
 Paplirooste 152.
 Peterselli-rooste 172.
 Piimputke-rooste 160.
 Ploomirooste 173.
 Pujurooste 154, 155.
 Pusurohu-rooste 182, 183.
 Põisrohu-rooste 184.
 Põldkannikese viljanõgi 193.
 Raiheina nogipõõris 197.

Raudkõrkja lajurooste 180, 181.
 Raudrohu-rooste 170.
 Sapirohu-rooste 174.
 Sinilille lehenõgi 192.
 Soo koertubaka-rooste 169.
 Söötreiarohu-rooste 163.
 Tarna lehenõgi 190.
 Tarna nõgipää 185, 186, 187, 188, 189.
 Tähtheina-rooste 158.
 Vareskaera kõrrenõgi 198.
 Väikeseõielise lemmaltsa rooste 165.
 Värv-varjulille rooste 159.

Index matricum.

- Achillea millefolium* L. 170.
Achillea ptarmica L. 174.
Agropyrum repens (L.) Pall. 191.
 **Agrostema Githago* L. 157.
 **Alopecurus antarcticus* Wahl., nov. hosp. 167.
Anemone silvestris L. 175.
Anthoxanthum odoratum L. 156.
Arrhenatherum elatius (L.) M. et Koch. 197.
 **Artemisia abrotanum* L. 154.
Artemisia vulgaris L. 155.
Asperula tinctoria L. 159.
Carex caespitosa 186.
Carex digitata L. 190.
Carex glauca Murr. 188.
Carex Goodenoughii Gay 187.
Carex hirta L. 185.
 **Carex silvatica* Huds. 177.
Carex vesicaria L. 189.
Cicuta virosa L. 161.
Crepis paludosa Moench. 169.
Elymus arenarius L. 198.
Gentiana cruciata L. 162.
Hepatica triloba Gilib. 192.
Herniaria glabra L. 163.
Hieracium umbellatum L. 164.
 **Hippuris vulgaris* L. 180.
Impatiens parviflora DC. 165, 166.
Melandryum album (Mill.) Garcke 182.
Melandryum rubrum (Weig.) Garcke 183.
Oxalis stricta L. 199.
 **Petroselinum sativum* Hoffm. 172.
Peucedanum oreoselinum Moench. 171.
Peucedanum palustre Moendr. 160.
 **Populus candicans* Aiton. 152.
 **Potentilla alpestris* Haller 153.
 **Prunus insititia* L. 173.
Pulsatilla pratensis Mill. 151.
Ranunculus auricomus L. 194.
 **Ribes petraeum* Wulf. 176.
Scirpus maritimus L. 181.
Sedum acre L. 168.
Silene inflata Sm. 184.
 **Stellaria palustris* Ehrh., Retz. 158.
Trientalis europaea L. 195.
Vicia sepium L. 179.
Viola arvensis Murr. 193.
 **Viola elatior* Fries. 178.
Zea Mays L. 200.

Literatur.

- Arefjew, L. A., Арефьевъ, Л. А., Виды рода *Uromyces* Прибалтійскаго края. (Die *Uromyces*arten der Ostseeprovinzen, russisch.) Riga 1916.
- Виды рода *Puccinia* Прибалтійскаго края. (Die *Puccinia*arten der Ostseeprovinzen, russisch.) St. Petersburg 1917.
- Bucholtz, F., Die *Puccinia*arten der Ostseeprovinzen Russlands. Archiv f. d. Naturk. Liv-, Ehst- und Kurlands, Bd. 13, Lief. 1, 1905, p. 1—60. Ebenso in Annales Mycologici, Bd. 3, 1905, p. 437—461.
- Бухгольцъ, Ф., Матеріалы къ флорѣ грибовъ острова Эзеля. (Materialien zur Pilzflora der Insel Ösel, russisch.) St. Petersburg 1916.
- Mycologische Notizen I. Sitzungsber. Nat.-Ges. Dorpat 28, 1921, p. 10—11.
- und O. Ekman, Ueber die Verbreitung der Brandpilze (*Ustilagineae*) im Ostbaltikum. Sitzungsber. d. Nat.-Ges. Univ. Dorpat 26, 1918/19, p. 47—70, Tartu 1920.
- Dietrich, H. A., Blicke in die Kryptogamenwelt der Ostseeprovinzen. Archiv f. d. Naturk. Liv-, Ehst- und Kurlands, Ser. II, Bd. 1, 1856, p. 261—414. Zweite Abtheilung ebenda, 1859, p. 487—838.
- Plantarum florum Balticae cryptogamarum centuriae I—IX. Revaliae 1852—1857.
- Ferle, Fr., Die erste und zweite Rostenquete in Livland. Balt. Wochenschr. f. Landw. 1907, p. 335—388; 1908, p. 257—258.
- Fischer, Eduard, Die Uredineen der Schweiz. Beiträge zur Krypt. d. Schweiz, Bd. 2, Heft 2, Bern 1904.
- Gobi, Chr. und Tranzschel, Wl., Гоби, Хр. и Траншель, Вл., О ржавчинныхъ грибахъ (*Uredineae*) С.-Петербургской губернии и некоторыхъ частей соседнихъ съ нею Эстляндія, Выборгской и Новгородской губернии. Die Rostpilze (*Uredineen*) des Gouvernements St. Petersburg und einiger Theile der Nachbar-gouvernements Estland, Wiborg und Nowgorod. Scripta bot. Horti Univ. Imp. Petropolitanae, vol. 3, 1890—1892, p. 1—13, 65—128.
- Käsebier, A., Statistiline kokkuvõte meie põlluviljadel ja viljapuudel esinevate tähtsamate seenhaiguste ja tegelikkudes majapidamistes nende vastu tarvitatud võitlusabinõude kohta 1924. aastal. Statistische Zusammenfassung der wichtigsten Pflanzenkrankheiten unserer Kulturpflanzen und Obstbäume und der gegen sie in der praktischen Landwirtschaft im Jahre 1924 angewandten Schutzmittel. Mitt. Phytopathol. Versuchsst. Nr. 2, 1926.
- Klebahn, H., Einige Beobachtungen und Versuche über den Mahonia-Rost. Zeitschr. f. Pflanzenkr. 45, 1935, p. 529—537.
- Klebahn, H., Uredineen in: Kryptogamenflora der Mark Brandenburg und angrenzender Gebiete. Bd. V^a, Pilze III, Leipzig 1914.
- Kochman, J., Grzyby glowniowe Polski. Ustilaginales Poloniae. Planta Polonica 4, 1936, p. 1—161. Warszawa.

- Lepik, E., Fütopatoloogilised märkmed 1. Phytopathologische Notizen I. Mitt. Phytopathol. Versuchsst. Nr. 1, 1926.
- Fütopatoloogilised märkmed 2—8. Phytopathologische Notizen 2—8. Ebenda Nr. 7, 1931.
- On the Fungus Flora of Ruhnu (Runö) Island. Annal. Soc. rebus nat. invest. Univ. Tartuensis, vol. 42, 1935; Bulletin of Phytopath. Exp. Stat. No 29.
- Einige bemerkenswerte Uredineenfunde aus Estland. Annales Mycologici 34, 1936, p. 435—441. Mitteil. Phytopathol. Versuchsst. Univ. Tartu Nr. 40.
- Über das Vorkommen von *Ustilago Oxalidis* Ell. et Tracy in Estland. Annales Mycologici 35, 1937, p. 59—61. Mitteil. Phytopathol. Versuchsst. Univ. Tartu Nr. 40.
- Ülikooli Taimahaiguste-katsejaam 1922—1932. Phytopathologische Versuchsstation der Universität Tartu von 1922—1932. Mitteil. Phytopath. Versuchsst. Nr. 13, 1933, p. 1—12.
- Liro, J. Ivar, Uredineae Fennicae. Bidrag till Kännedom af Finlands Natur och Folk 65, 7, Helsingfors 1908.
- Die Ustilagineen Finnlands, I, 1924, II, 1938. Annal. Acad. Sc. Fennicae, Ser. A. Tom. XVII, XLII.
- Minkevičius, A. Fungi parasitici, fasc. I. Kaunas 1935.
- Lietuvos rūdžių (*Uredinales*) flores metmenys. Grundzüge der Uredineen-Flora Litauens. Kaunas 1938.
- Muschinskij, J. J., Мушинский, Я. Я., Экскурсия въ окрестностях Юрьева. (Eine Exkursion in die Umgebung Jurjews, russisch.) Acta Horti Bot. Jurjew 12, 1911, p. 336—338.
- Poevverlein, H. Die Gesamtverbreitung der *Uropyxis sanguinea* in Europa. Annal. Mycol. 30, 1932, p. 402—404.
- Smarods, J. Fungi Latvici exsiccati, fasc. I—XII. Riga 1931—1935.
- Sydow, P. et H., Monographia Uredinearum seu specierum omnium adhuc usque diem descriptio et adumbratio systematica. Vol. I: Genus Puccinia, 1904; vol. II: Genus Uromyces, 1910; vol. III: Pucciniaceae, Melampsoraceae, Zaghonaniaceae, Coleosporiaceae, 1915; vol. IV: Uredineae imperfectae, 1924. Lipsiae.
- Treboux, O., Verzeichnis der parasitischen Pilze aus dem Kreis Pernau. Korresp.-Bl. Nat.-Ver. zu Riga, Bd. 55, 1912, p. 91—101.
- Vestergrén, T., Zur Pilzflora der Insel Oesel. Hedwigia, Bd. 40, 1903, p. 76—117.

151. **Coleosporium pulsatillae** (Str.) Lév. (1847). — Kurekella-rooste.

Sydow (1915), Monogr. Ured. III, p. 651; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 732; Dietrich (1859), p. 491; Cent. IX, 8 (sub *Uredo Pulsatillae* Stend.); Gobi (1890), p. 109.

Matrix: *Pulsatilla pratensis* Mill., stat. uredosp. in foliis vivis.

Petserimaa (Esar), in pineto siccio Puravitsa prope collem „Vašina Gora“.

8. VIII 1937.

leg. E. Lepik.

152. **Melampsora populina** coll. — Pappirooste.

Sydow (1915), Monogr. Ured. III, p. 338–350; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 761–771; Dietrich (1856), p. 281; Cent. I, 16 (sub *Uredo populina* Jacq. a) *Populi* Rbh.); Gobi (1890), p. 102 (sub *Melampsora Tremulae* Tul.); Vestergren (1903), p. 86 (sub *Melampsora Rostrupii* Wagner); Treboux (1912), p. 95; Bucholtz (1916), p. 19 (sub *Melampsora Rostrupii* Wagner et *Melampsora Tremulae* Tul.).

Matrix: **Populus candicans* Aiton, stat. uredosp.

Harjumaa (Einf), distr. Rapla, in hortis vici Põldmaa prope Lipstu.

17. VIII 1936.

leg. H. Aasamaa.

153. **Phragmidium potentillae** (Pers.) Karst. (1879). — Marana tõlvrooste.

Sydow (1915), Monogr. Ured. III, p. 97; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 688; Dietrich (1856), p. 291; Cent. I, 58 (sub *Phragmid. Potentillae*); p. 281, Cent. II, 12 (sub *Uredo Potentillarum* DC.); Gobi (1890), p. 96; Vestergren (1903), p. 86; Treboux (1912), p. 95; Bucholtz (1916), p. 17; Lepik (1936) Fungi Est. exs. III, 109; (1938), p. 229.

Matrix: **Potentilla alpestris* Haller, stat. teleutosp. in foliis vivis.

Harjumaa (Emb), in collibus siccis prope pagum Jägalä.

12. XI 1937.

leg. H. Aasamaa.

154. **Puccinia absinthii** DC (1808). — Pujurooste.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 11; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 435; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 354;

Dietrich (1856), p. 288; Cent. IV, 25 (sub *Pucc. Discoidearum* Rbh.); Bucholtz (1905), p. 45; Treboux (1912), p. 95; Arefjew (1917), Manuskript, p. 56; Lepik (1935), p. 4, 8.

Matrix: **Artemisia abrotanum* L., stat. uredosp. in foliis caulibusque vivis.

a) Pärnumaa (Lh), in coemeterio urbis Pärnu.

17. VIII 1936.

leg. E. Lepik.

b) Tartumaa (Emed), in horto botanico Universitatis Tartuensis.

25. IX 1937.

leg. E. Lepik.

Nota. Klebahn (l. c.) unterscheidet bei *Pucc. absinthii* auf Grund der Sporengrösse drei biologische Formen. Dementsprechend dürfte mein Material zu *f. sp. abrotani* Kleb. gehören. Es ist aber eine kleine Abweichung in der Sporengrösse vorhanden. Nach Klebahn sollen die Uredosporen *f. sp. abrotani* eine Grösse von 25–30:18–21 μ haben. In meinem Material sind diese Grössen etwas abweichend, nämlich 23–28:17–20 μ .

155. **Puccinia absinthii** DC. — Pujurooste.

Lit. vide Nr. 154.

Matrix: *Artemisia vulgaris* L., stat. teleutosp. in foliis caulibusque emortuis.

Harjumaa (Einf), Jägala.

1. X 1936.

leg. H. Aasamaa.

*156. **Puccinia anthoxanthi** Fuckel (1873). — Maarjaheina-rooste.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 727; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 480; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 167.

Matrix: *Anthoxanthum odoratum* L., stat. uredo- et teleutosp. in foliis vivis.

Tartumaa (Emed), in collibus siccis ad pagum Vedu, prope urbem Tartu.

19. X 1937.

leg. E. Lepik.

Nota. Der Pilz ist von den älteren Mykologen im Baltikum nicht gefunden worden; der von Bucholtz (1905, p. 19) als *Pucc. anthoxanthi* bezeichnete, bei Riga gefundene Pilz hat sich nach Arefjew (1917, p. 95) als *Uredo anthoxanthi* Bubák erwiesen.

157. **Puccinia arenariae** (Schumann) Winter (1884). — Nisulille-rooste.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 553; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 540; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 240; Dietrich (1856), p. 289 (sub *Pucc. Lichnidearum* Lk., *Pucc. Dianthi* DC. et *Pucc. Cerastii* Wallr.), p. 290 (sub *Pucc. Stellariae* Daby); (1859), p. 496 (sub *Pucc. Cerastii* Wallr.); Cent. I, 45, IV, 23, (28), VI, 16, 17, IX, 28, 32; Gobi (1890), p. 78, 79; Vestergren (1903), p. 87; Bucholtz (1905), p. 30; (1916), p. 12; Treboux (1912), p. 96 (sub *Pucc. silenes* Schrt.); Arefjew (1917), Manuskript, p. 20, 21 (sub *Pucc. behenis* (DC.) Otth).

Matrix: **Agrostemma githago* L., stat. teleutosp. in foliis vivis.

Tartumaa (Emed), in agris villae Raadi prope urbem Tartu.

15. IX 1936.

leg. E. Lepik.

158. **Puccinia arenariae** (Schumann) Winter (1884). — Tähtheina-rooste.

Liter.: vide sub Nr. 157.

Matrix: **Stellaria palustris* Ehrh., Retz., stat. teleutosp. in foliis caulibusque.

Tartumaa (Emed), in silvis paludosis Kärevere prope urbem Tartu.

29. VII 1937.

leg. E. Lepik.

159. **Puccinia asperulina** (Juel) Lagerheim (1901). — Värv-varjulille-rooste.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 207; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 571; Vestergren (1903), p. 87; Bucholtz (1905), p. 43; (1916), p. 12; Arefjew (1917), Manuskript, p. 51.

Matrix: *Asperula tinctoria* L., stat. aecidiosp. in foliis vivis, saepe.

a) Harjumaa (Einf), distr. Hageri, in collibus siccis prope pagos Angerja et Pirgu.

27. V 1934.

leg. E. Lepik.

b) Harjumaa (Einf), Varbola, in pratis calcis plenis prope pagum Ohkatsu.

8. VIII 1936.

leg. H. Aasamaa.

Nota. Dieser Rostpilz ist in Nordestland und auf Saaremaa (Insel Ösel) verbreitet und kommt dort stellenweise massenhaft vor. In anderen Teilen Estlands ist er hingegen bis jetzt nicht gefunden worden, ebenso die Wirtspflanze.

160. **Puccinia bullata** (Pers.) Wint. (1884) (cum *Plasmodium para nivea*). -- Piimputke-rooste.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 403; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 349; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 304; Dietrich (1856), p. 286 (sub *Accidium Umbelliferarum* Dietr.); p. 289 (sub *Pucc. Umbelliferarum* DC.); (1905), p. 41; Vestergren (1903), p. 88; Treboux (1912), p. 96; Bucholtz (1916), p. 12; Arefjew (1917), Manuskript, p. 45.

Matrix: *Pencedanum palustre* Moendr., stat. uredo- et teleutosp. in foliis vivis.

Tartumaa (Emed), Jõgeva, in pratis paludosis prope pagum Väljaotsa, saepe.

25. VII 1937.

leg. E. Lepik.

*161. **Puccinia cicutae** Lasch (1845). -- Mürkheina-rooste.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 372; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 358; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 400.

Matrix: *Cicuta virosa* L., stat. uredosp. in foliis, petiolis vivis.

Tartumaa (Emed), in pratis paludosis ad flumen Ulila, prope pagum Ulila.

2. VIII 1936.

leg. E. Lepik.

162. **Puccinia Gentianae** (Str.) Link (1824). -- Ema-jõure-rooste.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 340; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 369; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 316; Gobi (1892), p. 86; Bucholtz (1905), p. 42; Arefjew (1917), Manuskript, p. 47.

Matrix: **Gentiana cruciata* L., stat. uredo- et teleutosp. in foliis caulibusque vivis.

a) Petserimaa (Eor), distr. Uue-Irboska, in collibus, lapidibus villae Holohhahnja.

7. VIII 1937.

leg. E. Lepik.

b) Harjumaa (Einf), in prato secco Mädaajärv prope Aruküla, in solo lapidoso.

31. VII 1934.

leg. Albert Üksip.

*163. **Puccinia herniariae** Unger (1836). — Söötreia-rohu-rooste.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 558; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 543; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 244; Bucholtz (1905), p. 31; Arefjew (1917), Manuskript, p. 22.

Matrix: *Herniaria glabra* L., stat. uredosp. in foliis vivis.

Tartumaa (Emed), in collibus siccis Lohkva, prope urbem Tartu.

4. VIII 1937.

leg. E. Lepik.

164. **Puccinia hieracii** (Schumann) Mart. (1817). — Hunditubaka-rooste.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 95; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 428; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 365; Dietrich (1856), p. 279; Cent. II, 9 (sub *Uredo Hieracii* Schum.); Gobi (1890), p. 82 (sub *Pucc. Hieracii*); Vestergren (1903), p. 89; Treboux (1912), p. 96; Bucholtz (1905), p. 49; (1916), p. 14; Arefjew (1917), Manuskript, p. 71.

Matrix: *Hieracium umbellatum* L., stat. teleutosp. in foliis vivis.

Harjumaa (Einf), in collibus siccis prope pagum Jägala.

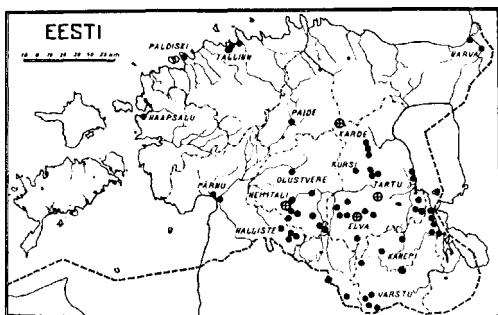
10. X 1937.

leg. H. Aasamaa.

*165. **Puccinia Komarowii** Tranzschel.
— Väikeseõielise lemmaltsa rooste.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 451; Lepik (1936), Annal. Mycol. 34, p. 437.

Matrix: *Impatiens parviflora* DC., stat. teleutosp. in foliis vivis.



Die Verbreitung von *Puccinia Komarowii* (⊕) und *Impatiens parviflora* (●) in Estland.

Tartumaa (Emed), villa Raadi prope urbem Tartu.
10. VIII 1936.

leg. E. Lepik.

Nota. In Estland habe ich *Puccinia Komarowi* zum erstenmal am 30. Juli 1936 im Botanischen Garten der Universität Tartu in einem grossen *Impatiens parviflora*-Bestand gesehen. Es waren Uredo- und Teleutosporen gleichzeitig vorhanden.

*166. **Puccinia Komarowi** Tranzschel.

Liter.: vide Nr. 165.

Matrix: *Impatiens parviflora* DC., stat. aecidiosp. in foliis vivis.

Tartumaa (Emed), Raadi prope urbem Tartu.

27. V 1937.

leg. Georg Tönisberg.

Nota. Vide notam in Nr. 165.

167. **Puccinia lolii** Niels. (*Pucc. coronifera* Kleb.) (1875). — Kroonrooste.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 704; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 635; Dietrich (1856), p. 286 (sub. *Aecid. elongatum* Lk. a) *Rhamni* Rbh. pr. p.); Cent. I, 26; Gobi (1890), p. 90, 91 (sub *Pucc. coronata* Corda); Bucholtz (1905), p. 16; (1916), p. 14 (sub *P. coronifera* Kleb.); Fungi Ross. exs. A, Fasc. I, 17, 18; IV, 161; Ferle (1912), p. 103 (sub *P. coronifera* Kleb.); Treboux (1912), p. 96 (sub *P. coronifera* Kleb.); Arefjew (1917), p. 32, 83 (sub *Pucc. coronifera* Kleb.); Käsehier (= Käspre) (1926), p. 2—3 (sub *P. coronifera* Kleb.); Lepik (1926), p. 2; (1931), p. 9 (sub *P. coronifera* Kleb.); (1932), p. 9 (sub *P. coronifera* Kleb.); (1933), p. 5 (sub *P. coronifera* Kleb.); (1935), p. 11; Lepik, Fungi Est. exs. III, 128.

Matrix: **Alopecurus antarcticus* Wahl, nov. hosp. Stat. uredo- et teleutosp. in foliis vivis.

Tartumaa (Emed), in horto botanico Universitatis Tartuensis.

13. X 1937.

leg. E. Lepik.

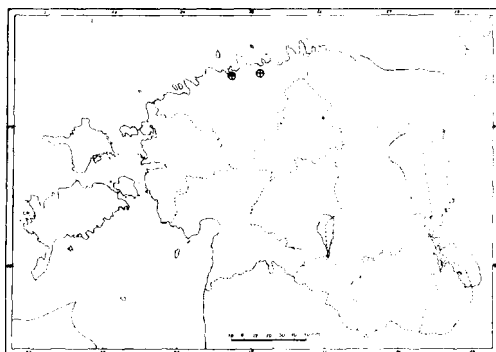
168. **Puccinia longissima** Schroeter (1879). — Kukeharja-rooste.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 757; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 463; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 153;

Dietrich (1859), p. 494 (sub *Aecidium Sedi* Dietr.); Cent. IX, 18;
 Bucholtz (1905),
 p. 21; Arefjew
 (1917), p. 99.

Matrix: *Sedum
 acre* L., stat. ae-
 cidiosp. in foliis
 vivis.

Harjumaa (Einf),
 in silvis siccis
 prope Jägala,
 raro.



2. V 1936.

leg. H. Aasamaa.

Die Fundorte von *Pucc. longissima* in Estland;
Sedum acre hat in Estland eine allgemeine
 Verbreitung.

Nota. Selten. Nur einmal von Dietrich (l. c.) gefunden.

169. **Puccinia major** Dietel (1894). — Soo koertubaka-
 rooste.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 66; Klebahn (1914), Krypt.
 Mark Brandb. Va, p. 399; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 352;
 Dietrich (1856), p. 284 (sub *Aecidium Compositarum* Mart.
β. Crepidis Wallr. in *Crep. paludosa*, nec *praemorsa*); Cent. IV, 17;
 Gobi (1890), p. 86 (sub *Pucc. Lampsanae* Schulz); Vester-
 gren (1903), p. 90, 136; Bucholtz (1905), p. 47; (1916), p. 14;
 Treboux (1912), p. 97; Arefjew (1917), Manuskript, p. 68;
 Lepik (1935), p. 11, 13.

Matrix: *Crepis paludosa* Moench., stat. aecidiosp. in
 foliis vivis, saepe.

Viljandimaa (Emed), in colle „Kalmetumägi“ in vico
 Auaku, distr. Vana-Tänasilma.

1. VI 1936.

leg. E. Lepik.

*170. **Puccinia millefolii** Fuckel (1869). — Raudrohu-
 rooste.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 2; Klebahn (1914), Krypt.
 Mark Brandb. Va, p. 525; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 391;
 Arefjew (1917), p. 29, 37; (1917), Manuskript, p. 56.

Matrix: *Achillea millefolium* L., stat. teleutosp. in foliis
 vivis.

Tartumaa (Emed), in agris ad villam Raadi prope
 urbem Tartu.

13. VII 1936.

leg. E. Lepik.

Nota. Obwohl *Achillea millefolium* in Estland eine der häufigsten Pflanzen ist, haben die älteren Mykologen *Pucc. millefolii* nur einmal notiert. So bezeichnet Arefjew (1917, p. 29, 37) *Pucc. millefolii* als einen für das Ostbaltikum seltenen Pilz, ohne jedoch nähere Angaben über die Fundorte anzuführen.

In einem unveröffentlichten Manuskript (1917) nennt Arefjew drei Fundorte in der nächsten Umgebung von Tartu, wo er den Pilz eingesammelt hat (Bucholtz, Fungi Ross. exs. XIII 627, Bucholtz, Coll. 2024). Es hat den Anschein, als habe der Pilz sich nicht allzufrüh von Zentraleuropa aus nach Norden verbreitet. Auch Liro (l. c.) hat den Pilz in Finnland erst im Jahre 1901, Helsingfors, beobachtet.

*171. **Puccinia oreoselini** (Strauss) Fuckel (1869). —
Mägipiimputke-rooste.

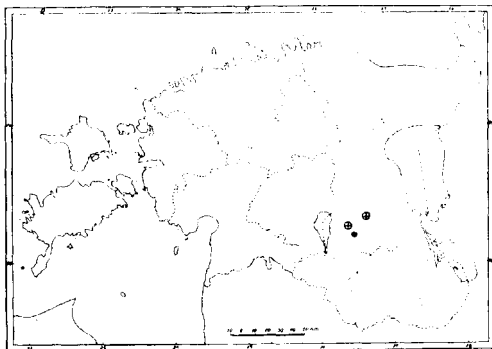
Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 401; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 336; Lepik (1937), p. 439.

Matrix: *Peucedanum oreoselinum* Moensch., stat. teleutosp. in foliis petiolisque vivis.

Tartumaa (Emed), in dunis et agris siccis Lohkva prope urbem Tartu.

2. VII 1936.

leg. E. Lepik.



Die Verbreitung von *Pucc. oreoselini* (⊕) und *Peucedanum oreoselinum* (●) in Estland.

Puccinia oreoselini ist deshalb zusammen mit der Nährpflanze — *Peucedanum oreoselinum* — als Reliktpflanze zu betrachten.

In Litauen hat *Pucc. oreoselini* nach A. Minkevičius (1938, p. 396) eine allgemeine Verbreitung.

Nota. *Puccinia oreoselini* (Strauss) Fuckel auf *Peucedanum oreoselinum* (L.) Mönch. wurde in Estland im Jahre 1936 entdeckt. Die Nährpflanze ist in Süd- und Mitteleuropa, in Südschweden, Dänemark, in Mittel- und Südrussland verbreitet. In Estland kommt sie nur auf drei Parzellen in der Umgebung von Tartu und bei Elva vor und ist an diesen Stellen als Reliktpflanze zu betrachten. Es ist wahrscheinlich, dass der Pilz zu einer Zeit eingewandert ist, in der die Nährpflanze eine allgemeine Verbreitung gehabt und grössere, zusammenhängende Gebiete bedeckt hat.

172. **Puccinia Petroselini** (DC.) Lindr. (1902). — *Peterselli-rooste*.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 399; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 344; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 305; Dietrich (1856), p. 279 (sub *Uredo maricella* DC. b) *Cynapii* DC.), p. 289 (sub *Pucc. Aethusae* Link); Cent. II, 7, 39; Vestergren (1903), p. 88 (sub *Pucc. bullata*); Bucholtz (1905), p. 39; (1916), p. 12 (sub *Pucc. bullata*); Fungi Ross. exs. XIV, 652; Arefjew (1917), Manuskript, p. 39; Lepik, Fungi Est. exs. III, 132.

Matrix: **Petroselinum sativum* Hoffm., stat. uredo- et teleutosp. in foliis, petiolis caulibusque.

Tartumaa (Emed), in horto botanico Universitatis Tartuensis.

25. IX 1937.

leg. E. Lepik.

173. **Puccinia pruni-spinosae** Pers. (1801). — *Ploomi-rooste*.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 484; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 325; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 271; Dietrich (1856), p. 285 (sub *Accid. leucospermum* DC. et *Accidium punctatum* Pers.); p. 289 (sub *Pucc. Prunorum* Lk.); Cent. I, 51, IV, 19; Bucholtz (1905), p. 34; (1916), p. 15; Fungi Ross. exsicc. I, 22, XII, 581; Arefjew (1917), Manuskript, p. 29; Lepik (1926), p. 4, 10; (1936) Fungi Eston. exsicc. III, 136.

Matrix: **Prunus insititia* L., stat. teleutosp. in foliis vivis.

Harjumaa (Einf), in hortis villae „Põldmaa“ in vico Lipstu, distr. Rapla.

27. IX 1936.

leg. H. Aasamaa.

*174. **Puccinia ptarmicae** Karsten. — *Sapirohu-rooste*.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 3; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 326; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 392; Arefjew (1917), Manuskript, p. 56.

Matrix: *Achillea ptarmica* L., stat. uredosp.

Tartumaa (Emed), Jõgeva, in horto vici Andresse, prope pagum Väljaotsa.

25. VII 1937.

leg. E. Lepik.

Nota. Arefjew (1917) vermerkt in einem unveröffentlichten Manuskript, dass der Pilz bisher in Russland, im Gouvernement Petersburg, nicht aber im Baltikum gefunden worden sei.

175. **Puccinia pulsatillae** (Opiz) Rostrup (1865). (= *Pucc. pulsatillae* Kalchbr., *Pucc. Baryana* Thüm.) — Metsülase-rooste.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 536; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 323, 600; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 257; Dietrich (1859), p. 491 (sub *Uredo Pulsatillae* Stend.); Cent. IX, 8; Gobi (1890), p. 79 (sub. *Pucc. Anemones-virginianae* Schrt.); Vestergren (1903), p. 92; Bucholtz (1905), p. 32; (1916), p. 16 (sub *Pucc. suffusca* Holw.); Fungi Ross. exs. XI, 525; Arefjew (1917), Manuskript, p. 24 (sub *Pucc. Baryana* Thüm.); Lepik (1934), Fungi Est. exs. II, 86.

Matrix: *Anemone silvestris* L., stat. teleutosp. in foliis vivis.

Harjumaa (Einf), in pratis siccis Rannamõis prope urbem Tallinn.

7. VI 1936.

leg. E. Lepik.

176. **Puccinia ribesii-caricis** Klebahn (1900). — Karusmarja-rooste.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 648—652; Klebahn (1914), Mark Brandb. Va, p. 490; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 190; Dietrich (1856), p. 285 (sub *Aecid. grossulariae* DC.); Cent. I, 33; Gobi (1890), p. 80 (sub *Pucc. ribesii* pr. p.); p. 117 (sub *Aecid. grossulariae* Pers.); Vestergren (1903), p. 84 (sub *Aecid. grossulariae* Pers.), p. 92 (sub *Pucc. Pringsheimiana* Kleb.); Bucholtz (1905), p. 10; (1916), p. 15 (sub *Pucc. Pringsheimiana* Kleb.); Treboux (1912), p. 98; Ferle(?) (1912), p. 104; Arefjew (1917), p. 73; Lepik (1926), p. 1, 3, 9 (sub *Pucc. ribesii caricis* Kleb. f. sp. *Pringsheimiana* Kleb.); (1931) p. 1—4, 13 (sub *Pucc. Pringsheimiana* Kleb.); (1933), p. 2, 7 (sub *Pucc. ribesii-caricis* Kleb.); (1935), p. 12.

Matrix: **Ribes petraeum* Wulf. (test. T. Lippmaa), stat. aecidiosp. in foliis, petiolis caulibusque.

Tartumaa (Emed), in horto botanico Universitatis Tartuenssis.

12. VI 1936.

leg. E. Lepik.

177. **Puccinia silvatica** Schroeter (1879). — Metstarna-rooste.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 656; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 504; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 208; Dietrich (1856), p. 284 (sub *Accidium Compositarum* Mart. e. *Taraxaci* Rabenh. et *Accidium cichoracearum* DC. b. *Crepidis* Dietr. in *Cr. biennis*); Cent. I, 30; Gobi (1890), p. 93; Bucholtz (1905), p. 12; (1916), p. 15; Treboux (1912), p. 98; Arefjew (1917), p. 76; Lepik (1934), Fungi Eston. exsicc. II, 88.

Matrix: * *Carex silvatica* Huds., stat. uredo- et teleutosp. in foliis vivis.

Tartumaa (Eor), in silva Universitatis Tartuensis in Kastre-Peravalla, quadr. Nr. 132.

19. IX 1936.

leg. E. Lepik.

178. **Puccinia violae** (Schum.) DC. (1815). — Kannikese-rooste.

Sydow (1904), Monogr. Ured. I, p. 439; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 331; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 279; Dietrich (1856), p. 279 (sub *Uredo Violarum* DC.); p. 285 (sub *Accidium Violae* Schum.): p. 289 (sub *Pucc. Violarum* Lk.); Cent. I, 11, 34, II, 42; Vestergren (1903), p. 94; Bucholtz (1905), p. 35; (1916) p. 16; Arefjew (1917), Manuskript, p. 34; Lepik (1935), p. 12.

Matrix: * *Viola elatior* Fries (test. T. Lippmaa), stat. (aecidio-, uredo-) teleutosp.

Tartumaa (Emed), in horto botanico Universitatis Tartuensis.

9. X 1935.

leg. E. Lepik.

Nota. *Pucc. violae* ist bisher in Estland auf folgenden Wirtspflanzen gefunden worden: *Viola arenaria* L., *V. canina* (L.) Rechb., *V. canina* var. *ericetorum* Rechb. (Arefj., Manuskript), *V. epipsila* Led. (Arefj., Manuskript), *V. hirta* L., *V. mirabilis* L., *V. palustris* L., *V. Riviniana* Rechb. und *V. silvestris* Rechb.

179. **Uromyces fabae** (Pers.) de By, f. sp. **Viciae sepium** Gäumann in Annal. Mycol. 32, 1934, p. 464, 470. — Oa-rooste.

Sydow (1910), Monogr. Ured. II, p. 103; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 276; Dietrich (1856), p. 278 (sub *Uredo apiculata* Strauss); p. 280 (sub *Uredo neglecta* Dietr., *Uredo*

leguminosarum Rbh. a) *Viciarum* Rbh., *Uredo leguminosarum* Rbh. c) *Fabarum* Rbh.); p. 286 (sub *Aecid. leguminosarum* Rbh. a) *Orobi verni* Rbh.); p. 291 (sub *Pucc. fabae* Lk.); Cent. I, 14, II, 13, 15, IV, 1, VI, 19; Göbi (1890), p. 74 [sub *Urom. orobi* (Pers.) Wint.]; Vestergren (1903), p. 95; Treboux (1912), p. 98; Arefjew (1916), p. 146; Bucholtz (1916), p. 11; Lepik (1934), Fungi Est. exs. II, 95; (1936) III, 143.

Matrix: *Vicia sepium* L., stat. uredo- et teleutosp. in foliis vivis.

Petserimaa (Esar), Uue-Irboska, in pratis humidis prope pagum Vašina Gora.

8. VIII 1937.

leg. E. Lepik.

180. **Uromyces lineolatus** (Desm.) Schroeter (1876).

[= *U. scirpi* (Cast.) Burr.] — Randkõrkja laju-rooste.

Sydow (1910), Monogr. Ured. II, p. 302; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 283; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 68; Treboux (1912), p. 99; Arefjew (1916), p. 137.

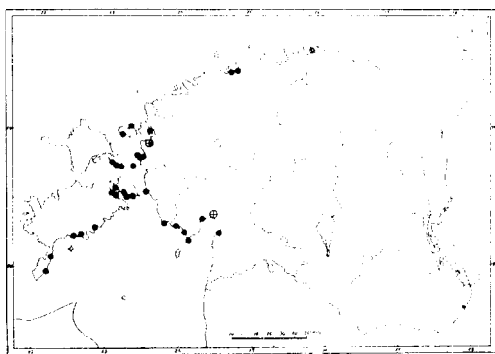
Matrix: *Hippuris vulgaris* L., stat. aecidiosp. in foliis petiolisque vivis.

Pärnumaa (Lh), in pratis littoralibus „Supelrand“ prope urbem Pärnu.

25. VI 1936.

leg. E. Lepik.

Nota. *Urom. lineolatus* gehört nicht zu den häufigsten Pilzen Estlands, weil die Verbreitung von *Scirpus maritimus* nur sehr beschränkt ist. Dieser Pilz ist früher nur einmal von O. Treboux (l. c.) ebenfalls in Pärnu, und zwar an der gleichen Stelle, auf *Scirpus maritimus* gefunden worden (Badepark, 6. IX 1899). An dieser Stelle wachsen *Scirpus maritimus* und *Hippuris vulgaris* auf einer sumpfigen Wiese nebeneinander. Die beiden Nährpflanzen waren an dieser Stelle im Sommer 1936 stark vom Pilz befallen. Hingegen sind meine Bemühungen den Pilz auf anderen *Scirpus maritimus*-Be-



Die Verbreitung von *Uromyces lineolatus* (⊕) und *Scirpus maritimus* (⊙) in Estland. *Hippuris vulgaris* hat in Estland eine allgemeine Verbreitung

ständen in der Umgebung der Stadt Pärnu zu finden ohne Erfolg geblieben.

181. **Uromyces lineolatus** (Desm.) Schroeter (1876).
[= *U. scirpi* (Cast.) Burr.] — Randkõrkja laju-rooste.

Sydow (1910), Monogr. Ured. II, p. 302; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. V^a, p. 283; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 68; Treboux (1912), p. 99; Arefjew (1916), p. 137.

Matrix: *Scirpus maritimus* L., stat. uredo- et teleutosp. in foliis vivis.

Pärnumaa (Lh), in pratis marinis „Supelrand“ prope urbem Pärnu.

17. VIII 1936. leg. E. Lepik.

Nota. Vide notam in Nr. 180.

- *182. **Uromyces verruculosus** Schroeter (1872).—Pusurohu-rooste.

Sydow (1910), Monogr. Ured. II, p. 214; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. V^a, p. 247; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 85 (sub *Urom. Schroeteri* De-Toni); Arefjew (1916), p. 141.

Matrix: *Melandryum album* (Mill.) Garcke, stat. uredosp. in foliis vivis.

Tartumaa (Emed), in agris villae Raadi prope urbem Tartu.

13. VII 1936. leg. E. Lepik.

Nota. *Uromyces verruculosus* gehört nicht zu den häufigsten Pilzen Estlands, ältere Mykologen haben ihn nicht bemerkt. Die Nr. Nr. 182, 183, 184 auf *Melandryum album*, *M. rubrum* und *Silene inflata* stammen von einem und demselben Standort, wo die Nährpflanzen nicht weit voneinander wachsen. Ein Übergehen der Pilze von einer Pflanze auf eine andere ist leicht denkbar.

- *183. **Uromyces verruculosus** Schroeter (1872). — Pusurohu-rooste.

Sydow (1910), Monogr. Ured. II, p. 214; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. V^a, p. 247; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 85 (sub *Urom. Schroeteri* De-Toni); Arefjew (1916), p. 141.

Matrix: *Melandryum rubrum* (Weig.) Garcke, stat. uredosp. in foliis vivis.

Tartumaa (Emed), in agris villae Raadi prope urbem Tartu.

13. VII 1936.

leg. E. Lepik.

Nota. Vide notam in Nr. 182.

- *184. **Uromyces verruculosus** Schroeter (1872). — Põis-rohu-rooste.

Sydow (1910), Monogr. Ured. II, p. 214; Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 247; Liro (1908), Ured. Fenn., p. 85 (sub *Urom. Schroeteri* De-Toni); Arefjew (1916), p. 141.

Matrix: *Silene inflata* Sm., stat. uredosp. in foliis vivis.

Tartumaa (Emed), in agris villae Raadi prope urbem Tartu.

13. VII 1936.

leg. E. Lepik.

Nota. Vide notam in Nr. 182.

- *185. **Cintractia eructans** (J. Kunze) Liro (1938). (= *C. angulata* Sydow, 1924, p. 288.) — Tarna-nõgipää.

Sydow (1924), Annal. Mycol. **22**, p. 288; Mycotheca germanica Nr. 2879; Liro (1938), Ustil. Finnl., p. 33.

Matrix: *Carex hirta* L.

Pärnumaa (Lh), in pratis littoralibus Kalbi prope Häädemeeste.

24. VI 1936.

leg. E. Lepik.

Nota. Nach H. Sydow (in litt.) hat jedoch der Name *C. angulata* nach dem § 58 der Nomenklaturregeln ein Prioritätsrecht gegenüber *C. eructans*. Nach diesem Paragraphen haben Namen, die für Varietäten gegeben werden, bei Erhebung der Varietät zum Range einer eigenen Species keinen Anspruch auf Priorität.

- *186. **Cintractia carpophila** (Schumacher) Liro (1938). — Tarna-nõgipää.

Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 33 [sub *Cintr. Caricis* (Pers.) Magn. pr. p.]; Sydow (1924), Annal. Myc. **22**, p. 277—291; Kochman (1936), Grzyby gl. Polski, p. 80; Liro (1938), Ustil. Finnl. II, p. 27; Bucholtz et Ekman (1919), p. 60 [sub *Cintr. Caricis* (Pers.) Magn.].

Matrix: *Carex caespitosa* L.

Tartumaa (Emed), Kvistental, in pratis paludosis, prope urbem Tartu.

9. VI 1936.

leg. E. Lepik.

187. **Cintractia caricis** (Person) Magnus (1895). — Tarna-nõgipää.

Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 33 [sub *Cintr. Caricis* (Pers.) Magn. pr. p.]; Sydow (1924), Annal. Myc. **22**, p. 277—291; Kochman (1936), Grzyby gl. Polski, p. 80; Vestergren (1903), p. 96 [sub *Cintr. Caricis* (Pers.) Magn.]; Treboux (1912), p. 94 [sub *Cintr. Caricis* (Pers.) Magn.]; Bucholtz (1916), p. 10 [sub *Cintr. Caricis* (Pers.) Magn.]; Bucholtz et Ekmann (1919), p. 60 [sub *Cintr. Caricis* (Pers.) Magn.]; Liro (1938), Ustil. Finkl. II, p. 3.

Matrix: *Carex Goodenoughii* Gay.

Tartumaa (Eor), in silva Universitatis Tartuens in Kastre-Peravalla.

28. VII 1933.

leg. E. Lepik.

188. **Cintractia pratensis** Sydow (1924). — Tarna-nõgipää.

Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 33 [sub *Cintr. Caricis* (Pers.) Magn. pr. p.]; Sydow (1924), Annal. Mycol. **22**, p. 277—291; Kochman (1936), Grzyby gl. Polski, p. 78; Dietrich (1856), p. 277; (1859), p. 489; Cent. I, 7; VIII, 2 (sub *Uredo Caricis* Pers.); Vestergren (1903), p. 96 [sub *Cintr. Caricis* (Pers.) Magn.]; Bucholtz (1916), p. 10 [sub *Cintr. Caricis* (Pers.) Magn.]; Bucholtz et Ekmann (1919), p. 60 [sub *Cintr. Caricis* (Pers.) Magn.]; Liro (1938), Ustil. Finkl. II, p. 36.

Matrix: *Carex glauca* Murr.

Saaremaa (Emoc), in pratis littoralibus Kuusnõmme prope Kihelkonna.

30. VI 1931.

leg. E. Lepik.

*189. **Cintractia subinclusa** (Koernicke) Magnus (1896). — Tarna-nõgipää.

Magnus (1896), Abhandl. Ver. Prov. Brandenburg **37**, p. 79; Schellenberg (1911), Brandpilze der Schweiz, p. 80; Kle-

bahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 34; Sydow (1935), Myc. germ. Nr. 2881; Kochman (1936), Grzyby gl. Polski, p. 81; Liro (1938), Ustil. Finnl. II, p. 14.

Matrix: *Carex vesicaria* L.

Tartumaa (Emed), in silva paludosa Kärevere prope urbem Tartu.

6. VII 1930.

leg. E. Lepik.

190. **Schizonella melanogramma** (DC.) Schroeter (1877).
— Tarna lehenõgi.

Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 35; Kochman (1936), Grzyby gl. Polski, p. 83; Dietrich (1850), p. 490; Cent. VIII, 4 (sub *Uredo caricina* Dietr.); Vestergren (1903), p. 97; Bucholtz (1916), p. 10; Bucholtz et Ekman (1919), p. 61; Bucholtz, Fungi Ross. exs. Nr. 509; Liro (1938), Ustil. Finnl. II, p. 50.

Matrix: *Carex digitata* L.

Saaremaa (Emoc), paeninsula „Sörve“, in pineto prope Mõntu.

17. VI 1935.

leg. E. Lepik.

- *191. **Tubercinia agropyri** (Preuss) Liro (1923). [= *Urocystis agropyri* (Preuss) Liro.] — Orasheina lehenõgi.

Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 55 [sub *Urocystis agropyri* (Preuss) Liro]; Liro (1923), Annal. Univ. Fenn. Aboensis, Ser. A. Tom. 1, No 1, p. 15–17; Kochman (1936), Grzyby gl. Polski, p. 129; Bucholtz et Ekman (1919), p. 63 [sub *Urocystis agropyri* (Preuss) Schröt.].

Matrix: *Agropyrum repens* (L.) Pall.

Tartumaa (Emed), in horto urbis Tartu (Roosi tän. nr. 39).

22. VII 1937.

leg. E. Lepik.

192. **Tuburcinia hepaticae-trilobae** (D C.) Liro. (= *Urocystis anemones* Auct.) — Sinilille lehenõgi.

Klebahn (1914), Krypt. Mark. Brandb. Va, p. 58 [sub *Urocystis Anemones* (Pers.) Schröt. pr. p.]; Liro (1923), Annal. Univ. Fenn. Aboensis, Ser. A. Tom. 1, No 1, p. 59–62; Kochman (1936), Grzyby gl. Polski, p. 136; Vestergren (1903), p. 97 [sub *Urocystis Anemones* (Pers.) Wint.]; Bucholtz (1916), p. 10 [sub *Urocystis Anemones* (Pers.) Schröt.]; Bucholtz et Ekman (1919), p. 63 [sub *Urocystis Anemones* (Pers.) Wint.].

Matrix: *Hepatica triloba* Gilib.

Tartumaa (Emed), in pineto prope vicum Reola.

30. V 1937.

leg. E. Lepik.

*193. **Tuburcinia kmetiana** (Magnus) Liro (1922). — Põldkannikese viljanõgi.

Liro (1933), Ustilag. Finnl. II, p. 199; Lepik (1935), On the Fungus Fl. of Ruhnu Island, p. 13.

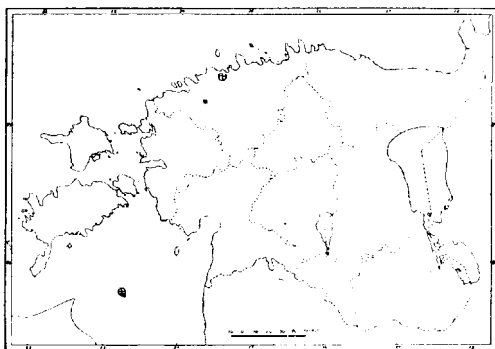
Matrix: *Viola arvensis* Murr.

Harjumaa (Einf), in agris siccis prope oppidum Keila

19. II 1938.

leg. E. Lepik.

Nota. Dieser bisher selten gefundene Pilz (vergl. Liro, Ustil. Finnlands II, p. 199, 200, 478, 542) ist in Estland früher nur einmal auf der Insel Ruhnu angetroffen worden (vergl. Lepik. On the Fungus Fl. of Ruhnu Isl., 1935, p. 13), und auch dann nur in ganz vereinzelt Exemplaren. An dem oben erwähnten Fundort, auf einer trockenen Brache zwischen Keila und Saue, unweit der Stadt Tallinn, war der Pilz aber massenhaft zu finden. Auf dem benachbarten Acker, wo *Viola arvensis* ebenfalls stark verbreitet war, habe ich hingegen den Pilz erfolglos gesucht.



Die Fundstellen von *Tuburcinia kmetiana* (⊕) in Estland. *Viola arvensis* hat in Estland eine allgemeine Verbreitung.

194. **Tubercinia ranunculi-auricomi** Liro (1923). — Kuld-
tulika lehenõgi.

Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 58 [sub *Ur. anemones* (Pers.) Wint.]; Liro (1923), Annal. Univ. Fenn. Aboensis, Ser. A. Tom. 1, No 1, p. 73—75; Kochman (1936), Grzyby gl. Polski, p. 138; Dietrich (1856), p. 278; Cent. IV, 3 (sub *Uredo ranunculacearum* DC.); Vestergren (1903), p. 97 [sub *Urocystis Anemones* (Pers.) Wint.]; Bucholtz (1916), p. 10 [sub *Urocystis Anemones* (Pers.) Wint.]; Bucholtz et Ekmann (1919), p. 63 [sub *Urocystis Anemones* (Pers.) Wint.].

Matrix: *Ranunculus auricomus* L.

Tartumaa (Emed), in pratis paludosis ad flumen Elva prope collem „Vapramäe“.

17. V 1937.

leg. E. Lepik.

195. **Tubercinia trientalis** Berk. et Broome (1850). —
Laanelille lehenõgi.

Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 54; Liro (1923), Annal. Univ. Fenn. Aboensis Ser. A. Tom. 1, No 1, p. 95—97; Kochman (1936), Grzyby gl. Polski, p. 139; Dietrich (1859), p. 490 [sub *Uredo (Polystictis) opaca* Strauss]; Treboux (1912), p. 94 [sub *Sorosporium Paridis* (Ung.)]; Bucholtz et Ekmann (1919), p. 64; Lepik (1935), p. 13.

Matrix: *Trientalis europaea* L.

Tartumaa (Eor), in silva Universitatis Tartuensis in Kastre-Peravalla, quadr. Nr. 94.

25. VII 1935.

leg. E. Lepik.

- *196. **Ustilago bromivora** (Tulasne) Fischer v. Wald-
heim (1877). — Luste nõgipööris.

Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 22; Liro (1924), Ustil. Fiml. I, p. 91—92; Kochman (1936), Grzyby gl. Polski, p. 37; Bucholtz et Ekmann (1919), p. 56; Lepik (1935), p. 13.

Matrix: *Bromus secalinus* L.

Harjumaa (Einf), paeninsula Paldiski, in agris vici Tugedi prope Põllküla.

20. VII 1936.

leg. T. Leisner.

197. **Ustilago decipiens** (Wallr.) Liro (1924). (= *Ustilago perennans* Rostr.) — Raiheina nōgipööris.

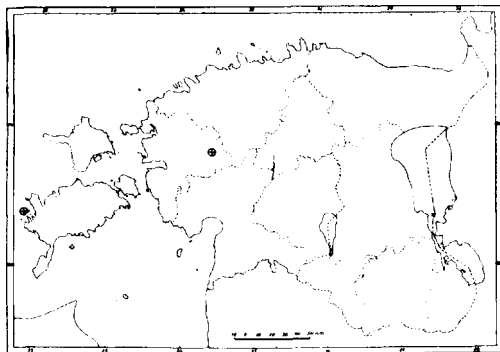
Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 20 (sub *Ustilago perennans* Rostr.); Liro (1924), Ustil. Finnl. I, p. 95; Sydow, Mycotheca Germanica Nr. 2870; Kochman (1936), Grzyby gl. Polski, p. 35; Dietrich (1856), p. 278; Cent. II, 27 (sub *Uredo sphaerococca* Wallr.); Bucholtz (1916), p. 10 (sub *Ustilago perennans* Rostr.); Bucholtz et Ekman (1919), p. 56 (sub *Ustilago perennans* Rostr.).

Matrix: *Arrhenatherum elatius* (L.) M. et Koch.

S a a r e m a a (Osilia,

Emoc), in insula „Vesiloo“ prope Vilsandi, saepe.

17. VI 1935.



Die bis jetzt in Estland bekannten Fundstellen für *Ustilago decipiens*. *Arrhenatherum elatius* hat in Estland eine mehr oder weniger allgemeine Verbreitung.

leg. E. Lepik.

Nota. Dieser Pilz ist in Estland auf den kleinen Inseln bei Vilsandi sehr verbreitet, wo er auch schon von Bucholtz (p. 10) seit dem Jahre 1916 beobachtet worden ist. Ausserdem hat Dietrich den Pilz noch bei Haimre (Westestland) gesammelt und in Cent. II, 27 herausgegeben. Hingegen hat man in Süd- und Ostestland, wo *Arrhenatherum elatius* auch sehr verbreitet ist, den Pilz bis jetzt noch nicht beobachtet.

198. **Ustilago hypodites** (Schlecht.) Fries (1832). — Vareskaera kōrrenōgi.

Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 23; Liro (1924), Ustil. Finnl. I, p. 88; Kochman (1936), Grzyby gl. Polski, p. 41; Dietrich (1859), p. 490 (sub *Uredo hypodites* Sow.); Ferle(?) (1912), p. 105; Bucholtz et Ekman (1919), p. 57.

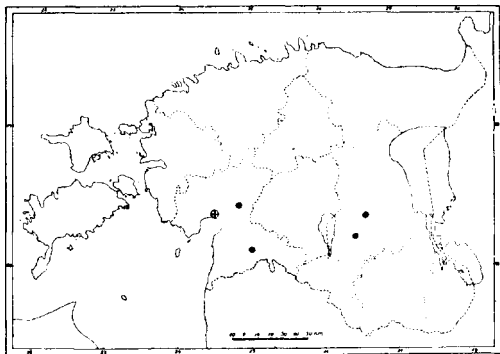
Matrix: *Elymus arenarius* L.

Harjumaa (Emb), Lasnamägi ad lacum Ülemiste prope urbem Tallinn.

27. VIII 1936.

leg. A. Kivilaan.

*199. **Ustilago Oxalidis** Ell. et Tracy. — Jäneskapsa viljanõgi.



Die Verbreitung von *Ustilago oxalidis* (⊕) und *Oxalis stricta* (●) in Estland.

Sydow (1936), Annal. Mycol. **34**, p. 389—390; Mycoth. Germanica Nr. 2873—2874; Kochman (1936), Grzyby gl. Polski, p. 70; Lepik (1937), Annal. Mycol. **35**, p. 59—61; Bull. Phytopathol. Exp. Stat. Univ. Tartu No 45, p. 7, 1937.

Matrix:

Oxalis stricta L.

Pärnumaa (Lh), in coemeterio urbis Pärnu.

a) 18. VIII 1936.

leg. E. Lepik.

b) 1. IX 1937.

leg. P. Kaaret.

200. **Ustilago Zeae** (Beck.) Unger (1836). (= *Ustilago maydis* Gorda.) — Maisi nõgipää.

Klebahn (1914), Krypt. Mark Brandb. Va, p. 57; Kochman (1936), Grzyby gl. Polski, p. 43; Treboux (1912), p. 94 (sub *Ustilago zeae maydis* DC.); Bucholtz et Ekmann (1919), p. 57.

Matrix: *Zea Mays* L.

Tartumaa (Emed), in agris experimentalibus villae Raadi prope urbem Tartu.

22. IX 1937.

leg. A. Ennvere.

CONTRIBUTIONS TO THE FUNGUS FLORA OF ESTONIA I

BY

E. LEPIK

TARTU 1939

The Phanerogams of Estonia have already been investigated quite in detail. As regards plant geography and plant sociology many parts of Estonia have been described, and we can get a mapped floristic survey of Estonia from the works of prof. T. Lippmaa (1932, 1935).

The Cryptogams of Estonia, on the contrary, especially the fungi, have been examined very incompletely. The earliest literary sources on the investigation of the fungi of Estonia are the publications of E. Lepik (1928, 1929).

The book of H. A. Dietrich, entitled "Blicke in die Cryptogamenwelt der Ostseeprovinzen" (1856 and 1859) is one of the first great works on the fungi of Estonia, containing 1092 species and 273 subspecies as well as many new species (spec. nov.). The title of the book suggests a survey of all the Baltic provinces, but in fact the work gives us only data for Estonia, because Dietrich had settled in this country in order to collect fungi. It is a pity that this work is out of date already and almost of no use for the modern explorer, because of the old synonymic and incomplete data.

After the publication of Dietrich's work there was a longer pause (1859—1892) in the research into fungi. 33 years later Gobi (1892) published a short list of rust fungi gathered in the north of Estonia.

A few years after that, in 1899, the Swedish mycologist Tycho Vestergrén came to Estonia, to the Island of Saaremaa, the fruit of which sojourn was the publication of a detailed list of fungi (1930).

Some years passed, till F. Bucholtz (1916) spent two summers on the Island of Saaremaa, searching for fungi there and completing Vestergrén's data.

Later Literature 1922—1937.

The study of the Estonian fungi became more intense after 1922 when the Phytopathological Experimental Station of the University of Tartu, founded by F. Bucholtz *), became the centre of the investigation into Estonian fungi. Though at present the chief subjects of study of that institution are plant diseases and parasite fungi, floristic problems are dealt with quite regularly.

On the Subject of Biochemistry.

Among the lately completed biochemical works there must be mentioned the publications of E. Lepik: on the "Differential Staining of Peronosporaceae" (1928), on the Biochemistry of Potato-Rot (1929), on Glycogen (1930), on the Biochemistry of Starch (1929), etc.

Prof. Hugo Kaho has published the results of many investigations on Potato-Biochemistry and viruses (1937).

Investigations into Plant Diseases.

Until now there have been published the following works on Plant Diseases: on *Puccinia ribesii caricis* by E. Lepik (1931), on *Sclerotinia trifoliorum* by R. Toomre (1934), on *Nectria galligena* by A. Kivilaan (1935), on *Plasmopara viticola* by E. Lepik, on *Synchytrium endobioticum* by E. Lepik (1935).

Next there must be mentioned phytopathological notes on the distribution of many plant diseases in Estonia by E. Lepik (1926, 1931, 1932, 1937), and others on the diseases of medical plants by E. Lepik (1935) and on the Fungus Flora of Cellars by E. Lepik (1926).

Systematic Investigations into the Fungi of Estonia.

In 1921 F. Bucholtz published a few notes on the fungi of Estonia, which was the last work of the mycologist before his death.

In 1935 E. Lepik brought out a List of Fungi found in the Isle of Runö (Ruhnu) in 1934.

*) Cf. the Bulletins of the Phytopathological Exp. Station Univ. Tartu, No. 13, 1932 and No. 44, 1937.

On *Ustilagineae* F. Bucholtz and O. Ekman (1918/19) published a work which not only deals with all the Baltic, but contains also very many data about Estonia.

The species of *Ergot-Claviceps* (5 species and 3 biological varieties of 52 nutritive plants) have been described by E. Lepik (1937).

A little earlier (in 1931) E. Lepik published a summary on *Polyporaceae*, and next may be mentioned a few data about the distribution of *Ustilago Oxalidis*, *Puccinia Komarowi*, *Elaphomyces cervinus* and *Phallus impudicus* in Estonia by E. Lepik. Finally, we must not forget the notes of E. Lepik on the nomenclature of Estonian fungi (1928, 1931, 1932).

The Higher Fungus Species of Estonia.

The higher Fungus Species of Estonia have been investigated by N. Witkowski; the result of these investigations was the publication of a book, containing some data (1935).

Cases of poisoning in Estonia which have been caused by poisonous fungi have been commented upon by E. Lepik (1935).

Exsiccata.

Among the Exsiccata which contain fungi that have been collected in Estonia may be mentioned the following:

Dietrich, H. A. Plantarum florum Balticae cryptogamarum cent. I—IX (1852—57).

Bucholtz, F. Fungi Rossici exsiccati, fasc. I, II, XI, XII (1915, 1916).

Vestergren, T. Micromycetes rariores selecti, fasc. 7—17 (1900—1901).

Käsebier, A. Eesti seened I (Estonian fungi) — (1926).

Lepik, E. Fungi Estonici exsiccati, fasc. I—IV (1931 — 1939).

The following contributions contain a list of the most remarkable fungi, discovered in Estonia during the last few years. These finds are of interest for those who wish to get acquainted with the Estonian fungus flora.

The greater part of the fungi mentioned in this list have been collected by the author himself. But part of the discoveries

have been made by other investigators, and in that case the finder's name is given in brackets. All the collected materials, so far as they have been kept intact, are to be found in the collections of the Phytopathological Experimental Station of the University of Tartu.

The following authors have been so kind to provide me with stuff for investigation:

Mr. H. Aasamaa (Tartu), Mr. S. Biider (Hara), Conservator K. Eichwald (Tartu), Mr. L. Enari (Tartu), Agr. A. Ennvere (Tartu — Raadi), Miss S. Kaaber (Tartu), Dr. T. Leisner (Tallinn), Drnd. V. Pärtelpoeg (Tartu), Dr. P. Reim (Pärnu — Audru), Dr. W. J. Reintal (Tallinn), Mr. R. Rõuk (Tallinn), Dr. B. Saarsoo (Lümanda), Dr. H. Salasoo (Tallinn), Mag. G. Sandur (Tartu), Mr. E. Sirgo (Tartu), Mag. R. Toomre (Tallinn), Mr. K. Tõnis (Hageri), Agr. G. Tõnisberg (Tartu — Raadi), Mr. N. Witkowski (Tartu), and Mr. A. Üksip (Tallinn).

I am greatly obliged to all the above mentioned investigators and herewith proffer my best thanks to all of them for the materials with which they have provided me.

Many species of *Polyporaceae* have been checked by Prof. V. Litschauer (Innsbruck).

The names of the species and host plants which constitute new Estonian records are prefixed by an asterisk (*).

New species (spec. nov.) and new hosts (hosp. nov.) are given in thick type.

Plasmodiophorales.

**Tetramyxa parasitica* Goeb.

On the leaves of **Zanichellia palustris* L. "Wormsö SO von Sviby, 5. VIII. 1924", leg. Johs. Gröntved, det. et public. Th. Arwidson in "Mykologische Beiträge" in Botaniska Notiser, Lund, 1936, p. 468.

Peronosporaceae.

Bremia lactucae Regel (1843); Bucholtz (1909) p. 167; Bucholtz (1916) p. 8; Treboux (1912) p. 92.

On the leaves of **Senecio Ledebouri* Sch. Bip., nov. hosp., at Tartu, in the Botanical Garden, 5. VIII 1935.

On the leaves of **Gaillardia pulchella* Foug., nov. hosp., at Tartu, in the Botanical Garden, 28. VIII 1936.

Note. American literature as well as European gives few data about the distribution of *Bremia Lactucae* on the *Gaillardia* sp. E. Mayor (1936 p. 106) mentions this fungus in 1934 and 1935 in Switzerland on *Gaillardia grandiflora*.

On the 29. III 1927 I gathered this fungus from *Gaillardia* sp. in Switzerland near Oerlikon (near Zurich) in a garden and on the 16. VII 1928 at Wiedikon (near Zurich) in a garden. Both the species are to be found in the herbarium of the Phytopathological Experimental Station at the University of Tartu.

Bremia lampsanae Sydow in Annales Mycologici 36, 1938, p. 321, Mycoth. german. No. 3091 (= *Bremia Lactucae* Reg. pr. p.); F. Bucholtz in Verzeichnis Peronospor. Ostseeprovinz. Korrespbl. Vat. Ver. Riga 52, 1909, p. 167.

On the leaves of *Lampsana communis* L. The following places where this fungus has been detected are named in the herbarium of the Phytopathological Experimental Station at Tartu:

On the island of Saaremaa: near the village of Rootsi-küla (6. VII 1908, leg. F. Bucholtz); near the village of Kaadla (Kadfeld) on the roadside along a field (12. VI and 15. VII 1909), by F. Bucholtz.

In the province of Tartumaa: at Tartu (18. VIII 1915, leg. Arefjew); at Tartu, in the Raadi park (6. VI 1925, leg. E. Lepik).

**Peronospora arenariae* (Berkeley) Tulasne (1846, p. 31); Gäumann Beitr. z. Monogr., 1923, p. 48.

On the leaves of **Moehringia trinervia* (L.) Clair. in Tallinn, in the Kadriorg park, 6. VI 1936.

**Peronospora berteroeae* Gäumann.

On the leaves of **Berteroa incana* (L.) DC. at Haapsalu, near Paralepa, on the railway track, 28. VII 1938.

Peronospora brassicae Gäumann (1918, p. 131).

On the leaves of **Brassica campestris* L. in the province of Viljandimaa, in Vana-Tänassilma, at a farm on Auaku, in a barley-field, in abundance, 27. VI 1936.

Peronospora buniadis Gäumann (1918) Beih. Bot. Cent. 35, Abt. I, p. 40, 132; Savulescu (1932) Ann. Mycol. 30, p. 371;

Vestergren (1903) p. 99; Bucholtz (1909) p. 169 (sub *Peronospora parasitica* Tul.); (1916) p. 9.

On *Bunias orientalis* L. at Tartu, in the Botanical Garden, 16. IX 1935; at Tartu, on the Raadi estate, 10. X 1935 (leg. A. Kivilaan).

**Peronospora calotheca* de By.

On **Asperula odorata* L. in the province of Tartumaa, at Kastre-Peravalla, in the forest for pract. training of the University of Tartu, section no. 57, 14. VI 1936.

**Peronospora consolidae* Lagerheim.

On the leaves of *Delphinium consolida* L. in the province of Harjumaa, near Viti between Keila-Joa and Suurupi, in a field, 25. VII 1938.

**Peronospora dentariae* Rabh.

On the leaves of **Cardamine impatiens* L. on the Paldiski peninsula, in a wooded meadow, 21. VII 1938.

Peronospora erysimi Gäumann.

On the leaves of **Erysimum hieraciifolium* L. in Tallinn, on Lasnamägi, near the Tartu road, 6. VI 1936.

**Peronospora hesperidis* Gäumann 1918, p. 135.

On the leaves of **Hesperis matronalis* L. at Tartu, in the Botanical Garden, 9. VII 36.

**Peronospora honckenya* Sydow.

On the leaves of **Honckenya peploides* (L.) Ehrh. in the province of Läänemaa, Põõsaspää (Spitham), on the shore, 26. VII 1938.

**Peronospora litoralis* Gäumann (1918); Beitr. zur Peronosp. (1923) p. 224; Savulescu (1932) in Annal. Mycol. 30, p. 364.

On the leaves of **Atriplex litoralis* L. in the province of Saaremaa, Vilsandi, on the seashore in a meadow, in abundance, 18. VI 1935.

On the leaves of **Atriplex calotheca* (Raf.) Fe. (det. K. Eichwald) on the Paldiski peninsula, on the Lahepere beach (22. VII 1938).

On **Atriplex hastata* L. on the Paldiski peninsula, on the Lahepere beach (22. VII 1938).

**Peronospora obovata* Bonorden; G ä u m a n n (1923) Beiträge, p. 60.

On the leaves of **Spergula maxima* Weihe, T a r t u, in a field at Raadi, 13. VII 1936.

On **Spergula sativa* Boenn, T a r t u, in a field at Raadi, 13. VII 1936.

On **Spergula vulgaris* Boenn, T a r t u, in a field at Raadi, 13. VII 1936.

Peronospora pratensis Sydow in G ä u m a n n (1923) Beiträge zu einer Monograph. d. Peronospora, p. 213; V e s t e r - g r e n (1903) p. 99; B u c h o l t z (1909) p. 170 (sub *Peronospora Trifoliorum* De Bary).

On *Trifolium medium* L. near T a r t u, at Mudaniku, in a wood, 16. VII 1935.

Peronospora Schleideni Unger.

On **Allium proliferum* Schrad. in the H a r j u m a a province, at Hageri (leg. R. Rõuk); has destroyed many plants.

Peronospora sordida Berkeley and Broome (1861); G ä u - m a n n (1923) Beiträge z. Monogr. p. 153; T r e b o u x (1912) p. 93.

On the leaves of *Scrophularia nodosa* L. on the island of S a a r e m a a, at Kuressaare, in the park of the castle.

Plasmopara nivea Unger.

On the leaves of **Cicuta virosa* (L.) in the T a r t u district, in the Ulila river, 7. VII 1936.

On the leaves of **Sium latifolium* L. in the district of T a r t u, on the Vasula estate, in the river, rarely, 26. VII 1936.

Ascomycetes.

Claviceps microcephala Tulasne; L e p i k (1935) p. 8.

On *Deschampsia caespitosa* P. Beauv. at T a r t u, at Kvis- tental, 22. IX 1935; at K a s t r e - P e r a v a l l a, section no. 15, 29. IX 1935.

On *Molinia coerulea* (L.) M n c h. at T a r t u, at Kvistental, 22. IX 1935; at Kastre-Peravalla, Järvelg, often.

On **Agrostis vulgaris* With. at K a s t r e - P e r a v a l l a, 29. IX 1935, often.

On **Apera spica venti* P. Beauv. at Tartu, at Raadi, 7. X 1935, not often; 14. X 1937, leg. A. Ennvere.

Claviceps purpurea Tulasne; Lepik (1935) p. 6.

On *Agropyrum caninum* P. Beauv. in the province of Tartumaa, Kastre-Peravalla, Järvelg, section no. 18, 29. IX 1935, a few Sclerotia.

On *Alopecurus pratensis* L. at Tartu, at Raadi, 7. X 1935, not often; in the bed of the Emajõgi near the estate of Mäta, 24. X 1937.

On *Calamagrostis arundinacea* Roth. in the province of Tartumaa, at Kastre-Peravalla, Järvelg, 29. IX 1935.

On *Calamagrostis epigeios* Roth. in the province of Tartumaa, at Kastre-Peravalla, Järvelg, section no. 18, 29. IX 1935; Tartu, in the Botanical Gardens, 7. X 1935.

On **Calamagrostis lanceolata* Roth., nov. hosp., in the province of Tartumaa, at Kastre-Peravalla, Järvelg, 29. IX 1935.

On *Calamagrostis neglecta* P. Beauv. in the province of Tartumaa, at Kastre-Peravalla, section no. 14, 29. IX 1935.

On *Festuca arundinacea* Schreb. at Tartu, at Kvistental, 22. IX 1935.

On *Festuca gigantea* Vill. in the province of Tartumaa, at Kastre-Peravalla, section no. 17, 29. IX 1935.

On *Phalaris arundinacea* L. in the province of Tartumaa, at Kastre-Peravalla, section no. 18, 29. IX 1935.

On *Phleum pratense* L. at Tartu, at Kvistental, 22. IX 1935; at Kastre-Peravalla, Järvelg, 29. IX 1935.

On *Poa compressa* L. at Tartu, at Raadi, 7. X 1935.

On *Poa palustris* L. at Tartu, at Raadi, 7. X 1935.

On **Trisetum flavescens* P. Beauv. at Tartu, at Raadi, 7. X 1935, not often.

On **Alopecurus antarcticus* Wahl., nov. hosp., at Tartu, in the Botanical Gardens of the University, 11. IX 1938.

On **Elymus arenarius* (L.) in Tallinn, on Lasnamägi, near the Ülemiste Lake, 27. VIII 1936 (leg. A. Kivilaan); on the Paldiski peninsula, on the Lahepere beach, on the sand, 22. VII 1938.

On *Hierochloa odorata* (L.) Wahlenb. in the province of Pärnumaa, at Rapu, on the bank of the Reiu river, near Uulu, on the roadside, 24. VI 1937.

Geoglossum ophioglossoides (Ehrbg.) Rehm, in Pilze Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz (1896) p. 1156; Velenovsky, Monographia Discomycetum Bohemiae (1934) p. 376.

In the parish of Kadrina, on the "Kursoo" east border, VIII 1936 (leg. S. Kaaber).

**Naumovia abundans* T. Dobrosrakov.

On **Brunella vulgaris* L. at Tartu, Kvistental, 11. VI 1939 (leg. E. Lepik, conf. N. Naumow — Leningrad).

**Pyrenopeziza compressula* Rehm in Rabenhorst Kryptogamenflora Bd. I, Abt. III (1896), p. 618.

On the leaves and stalks of **Potentilla norvegica* L. at Tartu, at Vesneri, on a dry gravel hill, 12. IX 1937.

Taphrina alni incanae (Kühn) Magnus.

On *Alnus incana* L. on the Paldiski peninsula, 22. VII 1938.

**Taphrina aurea* (Pers.) Fr.

On the leaves of **Populus pyramidalis* in the town of Viljandi, VI 1936; at Pärnu, VII 1937.

Taphrina bullata (Berk. et Br.) Tul.

On the leaves of *Pirus communis* L. in the district of Tartu, at Kastre-Peravalla, Järvelg, 14. VII 1936.

Erysiphaceae.

Erysiphe aquilegiae DC.

Perithecia on the leaves of *Aquilegia vulgaris* (L.) at Tartu, in the Botanical Gardens of the University.

Erysiphe artemisiae (Wallr.) Greville in Flora Edinensis, 1824, p. 459, fig. 101 A, B, C; Blumer Erysiph. Mitteleuropas (1933) p. 280—282.

On the leaves of *Artemisia absinthium* L. at Tartu, in the Botanical Gardens, 29. X 1936.

On *Artemisia vulgaris* L. at Tartu, in the Botanical Gardens, 31. VII 1936.

Erysiphe cichoracearum DC.

On **Hieracium caesium* Fr. (det. A. Üksip) at Tartu, in the Botanical Gardens, 25. VII 1937.

On **Echinops sphaerocephalus* L. at T a r t u, Raadi, in a garden, 26. IX 1938.

On **Silybum Marianum* (L.) Gaertn. at T a r t u, in the Botanical Gardens, 29. IX 1938.

Erysiphe graminis DC.

On **Siegingia decumbens* Bernh. in the province of T a r t u - m a a, near Meliste, in a dry pinewood, 23. VII 1935.

On the leaves of **Miliium effusum* (L.) at T a r t u, in the Vasula wood, 26. VII 1936 .

Erysiphe Mayori Blumer (1933) p. 174.

Perithecia on the leaves of *Cirsium arvense* (L.) Scop. at T a r t u, at Luunja, on the ridge of a field, 18. VIII 1937.

Erysiphe nitida (Wallr.) Rabenh.

On *Aconitum napellus* L. (perith.) at T a r t u, in the Botanical Gardens, 27. VII 1936.

Erysiphe umbelliferarum De By.

On *Anthriscus silvestris* at T a r t u, in the Botanical Gardens of the University, 27. VII 1936; at T a r t u, in the Lohkva wood, 11. IX 1936; at E l v a, 13. IX 1936.

On the leaves of **Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench. at T a r t u, on the dunes of Lohkva, seldom, 23. VIII 36.

Microsphaera lonicerae (DC.) Winter.

On **Lonicera caprifolium* L. at T a r t u, in the Botanical Gardens, 25. VIII 1937.

Oidium sp.

On **Senecio cruentus* DC. at T a r t u, in Kalmistu street, in a hothouse, 25. I 1936 (leg. R. T o o m r e).

On **Monandra digyna* L. at T a r t u, in the Botanical Gardens, 29. IX 1937.

**Oidium lini* B o n d a r z e w.

On **Linum usitatissimum* L. at T a r t u, in the Botanical Gardens, summer 1938 (L e p i k, 1939).

Sphaerotheca epilobii (Wallr.) Sacc.

On *Epilobium roseum* Schreb. at T a r t u, in Roosi street, in a garden, 13. IX 1936.

**Sphaerotheca fugax* Penzig et Saccardo (1884); Blumer (1933) Die Erysiph. Mitteleurop. p. 100; Treboux (1912) p. 101 (sub *Sphaerotheca humuli* DC.)

On **Geranium palustre* L. at Tartu, in the Botanical Gardens, 8. VII 1935.

Note. This hostplant is missing in Blumer's (l. c.) list.

On the leaves of **Doronicum austriacum* Jacq. (Oidia) at Tartu, in the Botanical Gardens, 16. VIII 1935.

Sphaerotheca fuliginea (Schlechtendal) Salmon in Bull. Torr. Bot. Club. 29, 1902, fig. 28—31; Blumer Erysiph. Mitteleurop. 1933, p. 120—129.

On the leaves of *Bidens cernuus* L. in the province of Tartumaa, in the Ulila peat, 7. VIII 1936.

On **Veronica longifolia* in the province of Tartumaa, at Elva, 13. IX 1936; near the Kavilda river, in a meadow, 2. VIII 1936.

On **Crepis paludosa* (L.) Moench. in the province of Tartumaa, at Kastre-Peravalla, in the training forest of the University, section no. 132, 19. IX 1936.

**Uncinula necator* (Schwein.) Burr.

On the leaves of **Vitis vinifera* L. in the Virumaa province, in the hothouse of Oru castle, together with vine 1936. From Germany, imported by the firm J. Späht, 10. VIII 1936.

Basidiomycetes.

Bjerkandera fumosa (Pers. ex Fr.) Karst. [= *Leptoporus imberbis* (Bull.) Quel.].

On *Betula verrucosa*, on a trodden stump, at Tartu, in the Botanical Gardens, 31. X 1935 (det. V. Litschauer).

Clavaria pyxidata Pers. Roemer. New Mag. of. Bot., I, p. 117, 1794.

On *Picea excelsa*, on a rotten tree, in the province of Tartumaa, at Vana-Kuuste, 18. VIII 1935 (leg. Dr. T. Leisner, det. V. Litschauer, Innsbruck).

Coniophora betulae Karst. in Burt, Ann. Missouri Bot. Gard. 4, p. 255, 1917.

On conifers, on buildings at Tartu, IV 1936 (det. V. Litschauer).

Note. "No 10 shows a very interesting *Coniophora spec.* I think it is the *Coniophora betulae* Karst. Its fungus corresponds exactly to the notes which E. A. Bart in Ann. Missouri Bot. Gard. 4, p. 255, 1917 on this species gives after the investigation of the original. In any case, whether the fungus is something else than the species named by Bresadola, Bourdot and others *Coniophora betulae* Karst, it is only a kind of *Coniophora arida* Fr. with incrustated Hyphles." (V. Litschauer, Innsbruck.)

Coniophora puteana (Fr.) Karst (= *Coniophora cerebella* Pers.).

On *Picea excelsa* Link, on rotten wood, on buildings, at Tartu, in Tähe street, 23. X 1935 (leg. N. Witkowski, det. V. Litschauer).

Coriolus pergamenus (Fr.) Pat. Ess. tax. p. 94.

On *Betula sp.* at Tartu, in the Ropka forest, 31. X 1935; in the province of Tartumaa, at Kastre-Peravalla, section no. 117, VIII 1935 (leg. N. Witkowski, det. V. Litschauer).

Coriolus pubescens (Scum.) Quél.

On *Betula verrucosa* at Tartu, in the Raadi park, 6. XII 1935 (det. V. Litschauer).

Coriolus unicolor (Bull.) Pat. Ess. tax. p. 93 (= *Daedalea unicolor* Fr.).

On *Quercus pedunculata* at Tartu, in Vallikraavi street, 19. X 1935 (leg. N. Witkowski, det. V. Litschauer).

Coriolus unicolor (Bull.) Pat. *var. *irpicoides* V. Litschauer (in litt.), steril!

On *Betula pubescens* at Tartu, at Kastre-Peravalla, in the training forest of the University, section no. 151, 26. VIII 1935 (leg. N. Witkowski, det. V. Litschauer).

Cortitium evolvens (Pers.) Fr. (= *C. laeve* Pers.).

On *Corylus avellana* (L.) at Tartu, in the Raadi park, 4. III 1936 (det. V. Litschauer).

Daedalea quercina Pers.

On *Quercus robur* (L.) in the Pärnumaa province, at Valgeranna (Doberan), in a mixed wood, 23. VI 1936.

Gloeophyllum trabeum (Pers. ex. Fr.) Murr. [= *Trametes trabea* (Pers.) Bres.].

On *Pirus malus* (L.) at T a r t u, in Roosi street, in a garden, on the half-dry trunk of an apple-tree, 27. X 1935 (det. V. Litschauer, Innsbruck).

Gloeoporus amorphus (Fr.) Clem. et Shear. [= *Leptoporus amorphus* (Fr.) Quel.].

On *Picea excelsa* L. near T a r t u, in the forest of Maramaa, on an old stump, 6. I 1936 (det. V. Litschauer).

Trametes serialis Fr. var. *resupinata* (= *Poria callosa* Fr.).

On *Picea excelsa* Link., on rotting wood, at T a r t u, in the Mellin Hospital, 3. IV 1936 (leg. N. Witkowski, det. V. Litschauer).

Uredinales.

**Aecidium circaeae* Cesati et Mont. in Montagne, Sylloge gen. spec. Crypt. 312 (1856).

On the leaves of **Circaea alpina* L. in the province of T a r t u m a a, at Kastre-Peravalla, in the training forest of the University of Tartu, section no. 106, 12. VI 1937.

Aecidium conorum-piceae Rees.

On *Picea excelsa*, at O t e p ä ä, Pühajärve, 22. VIII 1937; in the province of Viljandimaa, at Paistu, 28. VIII 1937; at Kastre-Peravalla, 19. IX 1937.

Cronartium ribicola Fischer.

II, III on the leaves of **Ribes rotundifolia* Misch. (Am. bor.) at T a r t u, in the Botanical Gardens, 25. VIII 1937.

II, III on **Ribes petraeum* Wulf. (Sibir. Altai) at T a r t u, in the Botanical Gardens, 25. VIII 1937.

II, III on **Ribes vulgare* Lam. (Europ. occ.) at T a r t u, in the Botanical Gardens, 25. VIII 1937.

Gymnoconia interstitialis (Schl.) Lagerh.

Teliosp. on the leaves of *Rubus saxatilis* L. in the province of T a r t u m a a, in the Ilmatsalu forest, 23. VII 1936; in the province of H a r j u m a a, at Rapla, in the Lipisto fir-wood, 27. IX 1936 (leg. H. Aasamaa); in the province of T a r t u m a a, in the Kastre-Peravalla forest, section no. 106, 19. IX 1936.

**Melampsora vernalis* Niessl.

II: on the leaves of **Saxifraga granulata* L. at P e t s e r i, in

the vally of Kamenka, about 2 km from the monastery, 29. V 1935 (leg. K. Eichwald).

Phragmidium potentillae (Pers.) Karst.

Teliospores on the leaves of **Potentilla alpestris* Haller fil. in the province of Harjuma a, at Jägala, on an old sand dune, 29. X 1936 (leg. H. Aasama a).

On **Potentilla Tabernaemontani* Asch. II, III at Tartu, in the Botanical Gardens, 25. VIII 1937.

Phragmidium rubi (Pers.) Wint.; Bucholtz (1916) p. 17.

On the leaves of *Rubus caesius* L., teliosp. in the province of Harjuma a, at Jägala-Joa, 29. X 1936 (leg. H. Aasama a).

**Puccinia absinthii*, f. sp. *artemisiae* Klebahn, Krypt. Mark Brandenb. V^a, p. 436.

On the leaves of **Artemisia vulgaris* L. in the province of Harjuma a, on the bank of the Jägala river, on 26. IX 1936 (leg. H. Aasama a).

**Puccinia asperulae odoratae* Wurth.

On the leaves of **Asperula odorata* L. in the province of Viruma a, Ontika, 1. X 1937.

Puccinia Baryi (Berk. et Br.) Winter (1884); Sydow (1904) Monogr. Ured. I, No. 1052; Bucholtz (1905) p. 20, (1916) p. 12.

On **Anemone silvestris*, teliosp. in Tallinn, at Rannamõis, on the flintshore, in abundance, 7. VI 1936; at Uue-Irboska, Halohhahnja estate, 7. VIII 1937.

II, III on the leaves of **Brachypodium silvaticum* Koern. et Schult. at Haapsalu, in Paralepa, in a wooded meadow, 28. VII 1938.

On the leaves of **Pulsatilla pratensis* Mill., uredo- and teliosp. 29. X 1936, in the province of Harjuma a, at Jägala (leg. H. Aasama a).

Puccinia chaerophylli Purt.

On **Torilis anthriscus* Gmel., nov. hosp. Uredo- and teliosp. in the province of Harjuma a, at Jägala, leg. H. Aasama a 26. IX 1936, det. E. Lepik, test. H. Sydow (Berlin).

On the banks of the Jägala river in the wood, 200 m below the waterfall (in the lower course of the river).

Note. *Torilis anthriscus* Gmel. is a new host for *Puccinia chaerophylli*. The fungus has been checked by Mr. H. Sydow. Material is to be found in the collections of the Phytopathological Experimental Station of the University of Tartu, while a doublet of the said material has been sent to Mr. H. Sydow, Berlin.

Puccinia chrysosplenii Grev.

Teliospores on the leaves of *Chrysosplenium alternifolium* L. in the Harjumaa province, near the Jägala bank of the river, 30. X 1936 (leg. H. Aasamaa).

Puccinia caricis (Schum.) Rebent.; Sydow (1904) Monogr. Ured. I, p. 648; Gobi (1892) p. 92; Treboux (1912) p. 96; Bucholtz (1916) p. 13; Arefjev (1917) p. 79.

On *Carex glauca* L. II, III at Tartu, in the Botanical Gardens, 7. IX 1934.

On cultivated **Carex atrata* L., nov. hosp., at Tartu, in the Botanical Gardens, 13. IX 1934.

Note. Arctic *Carex atrata* has been cultivated on the ridge of the Botanical Gardens already for a long time. Sometimes in summer it has been infected by rust. It is not known on which plant this rust-fungus produces aecidies.

Puccinia cirsii Laschin Rabh. Fungi Europ. No. 89; Sydow, Monogr. Ured. I, 1904, p. 55.

On **Cirsium acaule* All. at Haapsalu, at Holm, in a dry hayfield on the shore.

II and III on the leaves of **Silybum Marianum* (L.) Gaertn. at Tartu, in the Botanical Gardens, 29. IX 1938.

**Puccinia conii* (Strauss) Fuckel.

On **Conium maculatum* L. at Haapsalu, on Holm, in a flint-quarry.

Puccinia coronata Corda.

On **Trisetum sibiricum* Rupr. II, nov. hosp., at Tartu, in the Botanical Gardens, 10. IX 1936—1939.

Note. Already since 1936 *Puccinia coronata* can regularly be found on *Trisetum sibiricum* Rupr. in the Botanical Gardens of the University of Tartu in the same place, but only uredospores. Teliospores are not to be found, either late in autumn or in winter. Among the uredospores

there are also paraphyses in abundance. According to H. Sydow this is greatly different from *Puccinia triseti*.

Trisetum sibiricum Rupr. is a new host for *Puccinia coronata*, plenty of which rust is to be found in Estonia.

Puccinia crepidis Schroeter (1887).

II, III on the leaves of **Crepis mollis* (Jacq.) Aschers. var. *succisifolia* (All.) Aschers. at Tartu, near the Vasula lake, in a hayfield, SW of the Allika farm, 6. VII 1937, leg. L. Enari (in Herbar. Mus. Bot. Univ. Tartu).

Puccinia hieracii (Schum.) Mart.

On **Hieracium auricula* L. in the province of Harjuma, at Rapla, Lipstu, Põldmaa, on the border of a wood and a bog in a ditch, 23. VIII 1937 (leg. H. Aasamaa).

On **Hieracium caesium* Fr. in Saaremaa, Kihelkonna, 23. VI 1938 (leg. B. Saarsoo, hosp. det. A. Üksip); in Tallinn, Pirita, 9. VII 1938 (leg. A. Üksip).

On **Hieracium cymosum* L. in Saaremaa, Kihelkonna, 9. VII 1927 (leg. A. Üksip).

On **Hieracium galbanum* Dt. at Haapsalu, Pullapää, 9. VIII 1938 (leg. A. Üksip).

On **Hieracium integratum* Dt. in the province of Virumaa (Kasperwiek), 21. VII 1915 (leg. Rud. Lehtbert, hosp. det. A. Üksip).

On **Hieracium integratum* Dahlst., ssp. *Hjeltii* Norrl. (det. A. Üksip) in the province of Pärnumaa, at Audru, in a damp mixed wood, 27. VII 1937.

On *Hieracium pilosella* L. at Elva, Vapramäe, 18. VI 1936 (leg. A. Üksip).

On **Hieracium piloselloides* Vill. (det. A. Üksip) at Tartu, in the Botanical Gardens, 25. VIII 1937.

On **Hieracium pubescens* (Lindbl.) Fr. (det. A. Üksip) at Tartu, in the Botanical Gardens, 25. VIII 1937.

On **Hieracium sagittatum* (Lbg.) Dahlst. (det. A. Üksip) at Tartu, in the Botanical Gardens, 14. VII 1937; in the province of Viljandimaa, near the village of Päre, on a hillside, 24. VI 1938.

Puccinia leontodontis Jacky (1898); Sydow, Monogr. Ured. I, No. 176; Dietrich (1856) p. 279, 288; Vestergren (1903) p. 89; Bucholtz (1905) p. 50, (1916) p. 14.

On the leaves of **Leontodon hispidus* L. uredo- and teliosp. in the Harjuma a province, on a bank of the Jägala river, near Jõelähtme, 29. X 1936 (leg. H. A a s a m a a).

Puccinia lolii Niels. (= *Pucc. coronifera* Kleb.).

II, III on the leaves of **Alopecurus antarcticus* Wahl., nov. hosp., in the Botanical Gardens of the Tartu University, 9. IX 1937.

**Puccinia picridis* Hazsl. in Brand- u. Rostpilze Ungarns 1877.

II on **Picris hieracoides* (L.) in the province of Viljandi-
ma a, in a ditch near the Uue-Tänassilma road, 27. VI 1936.

**Puccinia rigensis* Bucholtz, 1905, p. 39.

I, II, III on the leaves of **Ostericum palustre* Bess. at Pärnu, on the bathing-beach, 30. VI 1937.

Puccinia taraxaci Plowr.

On the leaves of **Taraxacum dilatatum* Linb. f. (det. Dr. B. Saarsoo).

On the island of Saaremaa, at Kihelkonna, near the Pilguse hospital, 19. V 1934 (leg. Dr. B. Saarsoo).

Puccinia thulensis Lagerh. (1904).

I on *Trollius europaeus* L. at Tartu, in the Vasula forest, 24. V 1936.

Puccinia urticae-caricis (Schum.) Reb.

II on the leaves of *Carex canescens* L. in the province of Tartumaa, at Puhja, in the Sangla swamp, 19. VII 1936.

**Uromyces lilii* (Link) Fuckel.

On leaves of **Lilium candidum* L. at Pärnu, in a garden, VI 1938 (leg. A. Jürvetson, Pärnu).

Note. Last spring A. Jürvetson made known the outbreak of a new disease in the gardens of Pärnu. Closer investigation showed that it was Lily-Rust [*Uromyces lilii* (Link) Fuckel]. White lilies (*Lilium candidum* L.) were badly infected by it.

Plants that are suffering from this disease lose much of their beauty, because the leaves tainted with rust have to be cut off. The plants themselves become weak, fade away and do not blossom.

According to Mr. Jürvetson's report in the spring of 1937, lily-

rust destroyed the lily-beds in the gardens of Pärnu in the course of a few days.

In 1938 the plants were still suffering from it, so that of a hundred lily-plants only 8 began to blossom.

Lily-rust is a most common plague in Middle-, West- and South-Europe. How and when it first came to Estonia and just to Pärnu has not been found out until now.

Mr. U. Oidrema, Gardening-Counsellor of the Agricultural Institute at Pärnu, tried to clear up the matter. He writes the following about it:

Many years ago this disease began to spread in many gardens at Pärnu. Mr. Jürvetson first noticed it in 1932. In the beginning it was of a lighter kind, growing stronger from year to year, coming to a climax in 1937 when very many leaves were destroyed. In 1938 the disease began to decline. Thus it is probable that it has been at Pärnu over ten years already, because garden-lilies have been cultivated there for about a score of years.

Most probably the new disease came to Estonia on lily-bulbs suffering from it, brought to Estonia from Middle- or West-Europe (Lepik, 1939).

**Uromyces lupinicolus* Bubák (1902); Sydow (1910) Monogr. Ured. II, p. 114, 358; Klebahn (1914) in Krypt. Mark Brandenb. Vol. 5, p. 238.

II on **Lupinus angustifolius* L. at Tartu, at Raadi, in a field. This rust fungus has seemingly come to Estonia in later years, because earlier authors do not mention its presence in Estonia or in Latvia or Lithuania. This species is also missing in Arefjew's work: *Uromyces* in the Baltic States, 1916. The host-plant is seldom to be found in Estonia in cultivated fields.

Uromyces rumicis (Schum.) Wint. (1884); Sydow (1910) Monogr. Ured. II, p. 241; Dietrich (1858) p. 491; Treboux (1912) p. 99; Gobiet Tranzschel (1892) p. 71; Arefjew (1916) p. 139.

II, III on **Rumex alpinus* L. in the Botanical Gardens of the Tartu University.

Uromyces verruculosus Schroeter (1872); Sydow (1910) Monogr. Ured. II, p. 214; Arefjew (1916) p. 141.

Uredo stages on cultivated *Melandryum rubrum* and *Melandryum album* at Tartu, on the Raadi estate, 7. X 1935.

Ustilaginales.

Cintractia caricis (Pers.) Magn.

On **Carex caryophylla* Lat. (= *C. verna*) in the province of T a r t u m a a, Reola, 9. VI 1939 (leg. A. E n n v e r e).

On *Carex sparsiflora* (Wahlenb.) Stendel (hosp. det. Dr. K ü k e n t h a l) in the province of P ä r n u m a a, in the parish of Halliste, at Rabamänniku, near "Areiko" farm, 22. VI 1930 (leg. Dr. W. J. R e i n t a l).

On *Carex limosa* L. in the province of P ä r n u m a a, on the Tolkuse moor, 24. VI 1936, seldom.

**Graphiola phoenicis* Poiteau.

On the leaves of **Phoenix dactylifera* L. at Viljandi, on a palm, in Mr. J o h n M e o s' lodging, 17. IV 1938.

**Ustilago salvei* Berk. et Broome.

On the leaves of **Dactylis glomerata* L. at T a r t u, in the Raadi park, 3. VI 1939.

Fungi imperfecti.

**Alternaria grossulariae* Jacz.

On the leaves and berries of **Ribes grossularia* at T a r t u, in a garden, 12. VII 1938.

Alternaria solani Sor. (= *Macrosporium solani* Ell. et Mart.).

On the leaves of cultivated *Solanum tuberosum* L. at T a r t u, on the Raadi estate, 8. IX 1932, 2. VIII 1935 (leg. E. L e p i k); 14. VIII 1935 (leg. A. K i v i l a a n).

Alternaria tenuis Nees.

On the seeds of *Populus tremula* L. at T a r t u, on the Raadi estate, 31. VIII 1926 (leg. P. R e i m).

**Ascochyta Calystegiae* Sacc.

On the leaves of **Convolvulus sepium* at T a r t u, in the Raadi park, 14. VIII 1925.

**Ascochyta Heraclei* Bresad (1900); Allescher (1903) in R a b e n h o r s t Krypt. Part 7, p. 875.

On the leaves of **Heracleum pubescens* Hasl. in the Botanical Gardens of the University of T a r t u, 6. VIII 1935.

**Ascochyta lethalis* Ell. et Bart. in R. E. S t o n e, Ann. Myc. 10, 1912, p. 588; S a c c a r d o Syll. fung. 25, 1931, p. 332.

On the leaves of **Melilotus officinalis* in the province of Harjuma, at Keila, 19. VI 1938.

**Ascochyta Rostropii* Diedicke (1915) in Krypt. Mark Brandb. Vol. 9, p. 395.

On the leaves of **Sambucus racemosa* L. in the province of Tartumaa, in the Vedu forest, 19. VII 1935.

**Ascochyta urticae* A. L. Smith et J. Ramsbottom (1914); Saccardo Syll. fung. 25, p. 341.

On the leaves of **Urtica pilulifera* L. at Tartu, in the Botanical Gardens of the University of Tartu, 14. VIII 1935.

**Ascochyta Weissiana* Allescher (1901) in Rabenhorst Krypt. Part 6, p. 647.

On the leaves of **Impatiens nolitangere* L. in the province of Tartumaa, at Kastre-Peravalla, Järvelg, 25. VIII 1935.

On **Impatiens parviflora* L. at Tartu, in the Raadi park, 20. VIII 1935, and at Saadjärve, near Tartu, 11. VIII 1935 (leg. Dr. H. Salasoo).

Note. This species is described by Allescher (l. c.) on cultivated *Impatiens balsamina*. In my collections this fungus resembles the original diagnosis, only the conides of my material are a bit shorter — 8—11 μ long, while Allescher (l. c.) notes a length of 10—16 μ .

Botrytis cinerea Pers.

On **Senecio Ledebouri* Sch. Bip., nov. hosp., in the Botanical Gardens of Tartu, 30. VII 1935.

On **Solanum tuberosum* L. at Tartu, on the Raadi estate, 2. VIII 1935.

On **Paeonia Mlokosiewiczii* Lomak., nov. hosp., in the Botanical Gardens of Tartu, 7. IX 1935.

On **Senecio cruentus* DC at Tartu, on Kalmistu street, in a hothouse (leg. Rich. Toomre), 25. I 1936.

**Botrytis tulipae* (Lib.) Lind.

On the leaves of **Tulipa silvestris* L. at Tartu, in the Botanical Gardens, 24. V 1937.

**Cercospora campi silii* Spegaz. in Michel. II, 1880, p. 171; Lindau in Rubenhorst Krypt. Part 9, p. 115.

On the leaves of **Impatiens nolitangere* L. in the province of T a r t u m a a, at Kastre-Peravalla, Järvelg, 19. IX 1936.

**Cercospora meliloti* Oud.

On the leaves of **Melilotus albus* Desr. in the province of H a r j u m a a, at the Peetri fortress, between Tallinn and Keila, 20. VII 1938; Klooga, on the Lohusalu coast, 20. VII 1938.

Cercospora mercurialis Passer. var. *latvica* Lepik (1933), Sitzungsberichte der Naturf.-Ges. bei der Universität Tartu 39, 1932, Chapt. 3—4, p. 152—153.

On *Mercurialis perennis* L. in Mudaniku forest, near T a r t u.

Note. *Cercospora mercurialis* var. *latvica* possesses noticeably longer conides: 58—130 μ long, 4—6 μ in diameter, 8—15-septate, while in *Cercospora mercurialis* Passer. the conides are 50—80 μ long, 5—6-septate.

**Cercospora microsora* Sacc. (1880); Lindau (1910) in R a b e n h o r s t Kryptog. Part 9, p. 117.

On the leaves of *Tilia platyphylla* Scop. in the province of T a r t u m a a, at Kastre-Peravalla, Järvelg, 24. VII 1935.

**Cercospora nasturtii* Passer. in Hedwigia 16, 124 (1877); R a b e n h o r s t Krypt. Part 9, p. 99.

On the leaves of **Nasturtium amphibium* R. Br. at T a r t u, on the Vasula estate, in the river, 30. VIII 1936.

**Cercospora opuli* (Fuck.) Lindau in R a b e n h o r s t Krypt. Part 9, p. 136.

On the leaves of **Viburnum opulus* L. at T a r t u, in the Kärevere wood, 29. VII 1937.

Note. Differs because of longer spores: 30—95 \times 3—5 μ , 2—8-septate. According to Lindau (l. c.) the length of the spores 40—60 μ , 3—5-septate.

**Cercospora radiata* Fuck.

On the leaves of **Anthyllis vulneraria* L. near Tallinn, on the Paldiski road, 19. VII 1938.

**Cercospora zebrina* Passer. (1877); Lindau (1910) in R a b e n h o r s t Kryptog. Part 9, p. 112.

On the leaves of **Trifolium agrarium* L. at T a r t u, in the Mudaniku forest, 16. VII 1935.

**Cercospora virgaureae* (Thüm.) Lindau (1907) in Rabenhorst, Krypt. Part 7, p. 428.

On **Solidago virga aurea* L. near Tartu, from the Vasula wood, 21. VI 1935; in the province of Tartumaa, at Kastre-Peravalla, Järvelg, 24. VII 1935; in the province of Tartumaa, at Kavilda, in a dry wood, 19. VII 1936.

**Cladosporium album* Dows.

On the leaves of cultivated **Lathyrus odoratus* L. at Tartu, on the Raadi estate, in the garden, 22. VIII 1925; 3. IX 1925; 6. X 1925; 10. IX 1935.

Note. This disease was noticed first in summer 1925, when *Lathyrus odoratus* was abundantly covered with fungi. In the following years the fungus has been found with varying frequency.

Cladosporium graminum Corda (1837); Lindau (1907) in Rabenhorst Kryptog. Part 8, p. 815.

On the leaves of **Miliun effusum* L. in the province of Tartumaa, in the Kastre-Peravalla forest, 24. VII 1935.

Fusicladium depressum (Berk. et Br.) Lindau.

On the leaves of *Angelica silvestris* (L.) in the province of Tartumaa, in the Ulila peat-bog, 2. VIII 1936; at Tartu, in Ilmatsalu wood, 23. VII 1936.

**Fusicladium radiosum* (Lib.); Lindau (1907) in Rabenhorst Krypt. Part 8, p. 777.

On the leaves of **Populus alba* L. at Tartu, in the Mita park, 22. IX 1935.

Graphium pallescens (Fuckel); Lindau (1910) in Rabenhorst Kryptog. Part 9, p. 361.

On the leaves of *Stellaria nemorum* (L.) in Tallinn, at Rannamõisa, on the damp slope of a hill on the seashore, 18. VI 1936.

**Hendersonia riparia* Sacc.; Diedicke (1915) in Krypt. Mark Brandb. Vol. 9, p. 650.

On the leaves of **Carex riparia* Curt. in the province of Tartumaa, at Kastre-Peravalla, Järvelg, section no. 56, 26. VII 1935.

**Microdiplodia mamma* Allescher; Diedicke, Pilze in Krypt. Mark Brandenb. (1915) Vol. 9, p. 595.

On **Ligustrum vulgare* (L.) at T a r t u, 6. IX 1938 (leg. F. D a u g u l l).

**Microdochium phragmitis* Syd. Ann. Mycol. 22, 1924, p. 267 (det. G. v. M o e s z, Budapest).

On the leaves of **Phragmites communis* L. on the island of R u h n u (Runö), on the seashore, 18. VI 1934.

**Ovularia Schwarzhiana* Mangus (1900); Lindau (1907) in Rabenhorst Krypt. Part 8, p. 245.

On the leaves of **Vicia villosa* (Roth.) at T a r t u, on the Raadi estate, in a field, in abundance, 29. VII 1935.

**Pestalozzia lupini* Sorauer (1898), Zeitschr. f. Pflanzenkr. 1898, p. 266.

On **Lupinus perennis* L. at T a r t u, in the fields of the Raadi estate, 13. VIII 1935.

**Phoma acicola* (Lév.) Sacc.

On **Pinus silvestris* L. in the province of V i r u m a a, in the Sagadi forest, 20. III 1937 (leg. G. S a n d u r).

**Phyllosticta alliariifoliae* Allescher (1901) in Rabenhorst Krypt. Part 6, p. 109.

On the leaves of cultivated **Campanula alliariifolia* Reichb. at T a r t u, in the Botanical Gardens, 6. IX 1934, 10. VIII 1935, in abundance.

**Phyllosticta ambrosioides* Thümen f. *santonensis* P. Brun. (1888); Allescher (1903) in Rabenhorst Krypt. Part 7, p. 758.

On the leaves of cultivated **Chenopodium ambrosioides* L. at T a r t u, in the Botanical Gardens, 31. VII 1935.

Note. This plant is used as a medicine. By the influence of *Phyllosticta* many white spots appear on the leaves and stalks of the plant, a great many of which are destroyed by the disease. In 1935 cultivation suffered much from this disease.

**Phyllosticta antirrhini* Sydow in Hedwigia 38, 1899, p. 134.

On the leaves of **Antirrhinum majus* L. at T a r t u, in the Botanical Gardens, 20. VII 1937.

**Phyllosticta cannabidis* (Kirchner) Speg.; Allescher (1901) in Rabenhorst Krypt. Part 6, p. 109.

On the leaves of cultivated **Cannabis sativa* L. at Tartu, on the Raadi estate, 27. VIII, 20. IX 1935.

Note. Allescher (l. c.) notes that until now nothing is known about the fruit and the colour of the spores. My fungi have spores of $4-6 \times 2-3 \mu$, the hyalins on both ends rounded, with two oildrops. The ovaries, $40-60 \mu$ in diameter, in the fibre of the plant are hardly discernible.

**Phyllosticta cathartici* Sacc.

On the leaves of **Rhamnus cathartica* L. in the Läänemaa province, in a copse near the Rohuküla harbour, 27. VII 1938.

**Phyllosticta corrodens* Passer.; Saccardo Syll. fung. 10, p. 125; Allescher (1901) in Rabenhorst Krypt. Part 6, p. 113.

On the leaves of cultivated **Clematis integrifolia* L., nov. hosp., in the province of Tartumaa, at Kastre-Peravalla, Järvelg, 24. VIII 1935.

On **Clematis vitalba* L. in the province of Tartumaa, at Kastre-Peravalla, Järvelg, 24. VIII 1935; at Tartu, at Raadi, 16. VIII 1935.

Note. The conidia are a bit shorter, $6-8 \mu$ long, with two clear oildrops on both ends.

On *Clematis vitalba* the fungus produces spots, surrounded by clean brown rings, while on *Clematis integrifolia* there is a growing brown ring on the trees.

**Phyllosticta dulcamarae* Sacc.

On the leaves of **Solanum dulcamara* (L.) at Tartu, in the Botanical Gardens of the University, 15. VII 1936.

**Phyllosticta hedericola* Dur. et Mont.

On the leaves of **Hedera Helix* L. in the province of Saaremaa, on the peninsula of Sõrve, 17. VI. 1935.

**Phyllosticta hieracii* Allescher et Sydow in Hedwigia 36, p. 159.

On the leaves of **Hieracium sagittatum* (Lindb.) Dahlst. (det. A. Üksip) at Tartu, in the Botanical Gardens, 14. VII 1937.

**Phyllosticta Leucanthemi* Speg.

On the leaves of **Chrysanthemum macrophyllum* Walst. et Kit., nov. hosp., in the Botanical Gardens of the University of Tartu, 15. VIII 1936.

**Phyllosticta lychnidis* A. Bond.

On the leaves of cultivated **Lychnis chalcedonica* L. at Tartu, in the Botanical Gardens, 30. VII 1935 (test. A. Bondarzew, Leningrad).

**Phyllosticta negundinis* Sacc. et Speg.; Allescher (1901) in Rabenh. Krypt. Part 6, p. 17.

On the leaves of cultivated **Acer spicatum* Lam. var. *ukurundiense* (Trautv. et Mey) Maxim. (hosp. det. K. Eichwald) at Tartu, in the Botanical Gardens, 24. IX 1935.

**Phyllosticta opuli* Sacc.

On **Viburnum opulus* L. at Tartu, in the Botanical Gardens, 1. VIII 1935.

**Phyllosticta Otites* Brun.

On **Silene Otites* Sm. on the Annemõis estate near Tartu, 4. VIII 1935.

**Phyllosticta rubi-odorati* Bub. et Kab. in Hedwigia 52, 1912, p. 341; Saccardo Syll. fung. 25, 1931, p. 68.

On the leaves of **Rubus odoratus* L. at Tartu, in the Botanical Gardens, 15. VI 1936.

**Phyllosticta sojaecola* Massal.

On the leaves of cultivated **Glyzine soja* (L.) Sieb. et Zuck. at Tartu, on the Raadi estate, 7. IX 1935.

**Phyllosticta verbasci* Sacc.

On the leaves of **Verbascum thapsiforme* Schrad. at Tartu, in the Botanical Gardens of the University, 9. VII 1936.

**Ragnhildiana scandicearum* (Magn.) Vassil. in Vassiljevsky et Karakulin, Fungi imperf. parasit. I, Mosqua, 1937, p. 374.

On the leaves of **Anthriscus silvestris* Gmel. in the province of Harjumaa, at Mäeküla, near Tallinn, on a dry roadside of the Paldiski road, 19. VII 1938.

**Ramularia alismatis* Fautr.

On **Alisma plantago* L. at Tartu, at Mudaniku, in a swamp-ditch, 9. VII 1936.

**Ramularia barbareae* Peck. (1888) in 40th Ann. State Mus. N. J. p. 63 (= *R. cochleariae* f. *barbareae* Sydow in Myc. march. 3286).

On the leaves of **Barbarea stricta* Andr. in the province of Viljandimaa, at Oiu, along the road, 29. VII 1930 (leg. et det. E. Lepik, conf. H. Sydow).

On the leaves of **Barbarea arcuata* Reichb. (test. T. Lippmaa) in the Botanical Gardens of the University of Tartu, 21. VII 1936.

On **Barbarea vulgaris* in the province of Harjumaa, between Keila and Tallinn, along the sides of the road, 19. VII 1938.

Note. As H. Sydow notes in a letter, *Ramularia cochlearia* Cooke f. *barbareae* in Myc. march. 3286 on leaves of *Barbarea stricta* is identical with *R. barbareae* Peck.

**Ramularia bryoniae* Fautr. et Roum.

On the leaves of **Bryonia dioica* L. at Tartu, in the Botanical Gardens of the University, 15. VII 1936.

Ramularia buniadis Vestergren in Bot. Notiser 1903; Lepik (1935) Fungusflora of Ruhnu, p. 17.

On the leaves of *Bunias orientalis* L. at Tartu, on the Raadi estate, 21. VIII 1935 (leg. mag. A. Kivilaan); in the province of Tartumaa, in the churchyard of the Laiuse church, 24. VII 1937 (leg. E. Lepik).

**Ramularia cicutae* Karst.

On the leaves of **Cicuta virosa* L. in the province of Tartumaa, in the Ulila peat-bog, 2. VIII 1936; at Kvistental near Tartu, 10. VII 1936.

**Ramularia cirsii* Allescher.

On the leaves of **Cirsium arvense* var. *horrida* Scop. in the province of Harjumaa, in the parish of Risti, on the beach at Keibu, at Rannaküla, near Nõva on the seashore, 26. VII 1938.

**Ramularia coccinea* (Fuck.) Lindau (1907) in Rabenhorst Krypt. Part 8, p. 495.

On the leaves of *Veronica officinalis* L. at Tartu, in the Vasula forest, 21. VII 1935.

**Ramularia Daniloii* Bubák in Bull. Herb. Boiss. 2^e sér. 6, 1906, p. 486; Rabenhorst Krypt. Part 9, p. 768.

On the leaves of **Lavathera thuringiaca* L. in the province of T a r t u m a a, at Kavilda, along the road on a hill, 19. VII 1936; at T a r t u, near the churchyard on a hillside, 11. X 1936; at T a r t u, in the Raadi park, 24. V 1937; in the province of T a r t u m a a, in the Kursi churchyard, 19. VII 1937.

**Ramularia heraclei* (Oud.) Sacc.

On the leaves of **Heracleum sibiricum* L. in the province of H a r j u m a a, on the Paldiski peninsula, in a wooded hayfield, 21. VII 1938.

**Ramularia lactucae* Jap.

On **Lactuca muralis* Less. in the province of T a r t u m a a, on the Kuremaa estate, in the wood, 24. VII 1937.

**Ramularia leonuri* Sorok.

On the leaves of **Leonurus cardiaca* L. at T a r t u, in the Raadi park, 10. VII 1937.

**Ramularia lychnicola* Cooke in Grevillea 14, 1885, p. 40.

On the leaves of **Melandryum album* Gke. at T a r t u, in the Botanical Gardens, 27. VII 1936.

**Ramularia matronalis* Sacc. Syll. fung. 4, p. 201.

On the leaves of **Hesperis matronalis* L. at T a r t u, in the Botanical Gardens, 19. IX 1934.

**Ramularia melampyrina* Massal. (1900); L i n d a u (1907) in R a b e n h o r s t, Krypt. Part 8, p. 499.

On **Melampyrum nemorosum* L. in the Vasula wood, near T a r t u, 21. VII 1935.

**Ramularia tanacetii* Lind. in Ann. Mycol. 3, 1905, p. 431; G. L i n d a u, Die Pilze Deutschl., Österr. u. d. Schw. VIII, 1937, p. 514.

On the leaves of **Tanacetum vulgare* L. in the province of T a r t u m a a, at Rannu, in the village of Kureküla, on the ridge of a field, 27. VII 1937.

Ramularia taraxaci Karsten (1884); L i n d a u (1907) in R a b e n h o r s t Kryptogam. Part 8, p. 529.

On *Taraxacum officinale* L. at T a r t u, in the Vasula forest, 21. VII 1935.

**Ramularia variabilis* Fuck.

On the leaves of **Digitalis purpurea* L. at Tartu, in the Botanical Gardens, 9. VII, 27. VII 1936.

**Rhizoctonia violacea* Tul. (1851); Lindau (1910) in Rabenhorst Krypt. Part 9, p. 684.

On **Daucus carota* L. in the province of Harjumaa, at Hageri, in the Kohila elementary school, 16. X 1935 (leg. K. Tõnis).

On **Petroselinum sativum* Hoffm. in the province of Harjumaa, at Hageri, in the Kohila elementary school, 16. X 1935 (leg. K. Tõnis).

Scolecotrichum graminis Fuckel (1869); Lindau (1907) in Rabenhorst Krypt. Part 8, p. 794.

On the leaves of **Milium effusum* L. in the province of Tartumaa, at Kastre-Peravalla, Järvselg, 24. VII 1935.

On *Phleum pratense* L. in the same place, 26. VII 1935.

On *Secale cereale* L. in the province of Viljandimaa, at Vana-Tänassilma, 20. VI 1936.

On **Poa compressa* L. in the province of Harjumaa, at Rapla, in the field of the Lipstu Põldmaa farm, 12. VII 1936 (leg. H. Aasamaa).

**Septoria anthrisci* Pass. et Brun., Rev. myc. 5, p. 250; Allescher in Rabenhorst Krypt. Part 6, p. 731; Diedicke (1915) in Krypt. Mark Brandenb. Vol. 9, p. 427.

On the leaves of **Anthriscus silvestris* Gmel. at Tartu, in the Ilmatsalu wood, 23. VII 1936.

**Septoria Brissaceana* Sacc. et Let.; Allescher (1901) in Rabenhorst Kryptog. Part 6, p. 811; Diedicke (1915) in Krypt. Mark Brandenb. Vol. 9, p. 484.

On the leaves of cultivated **Lythrum hyssopifolia* L. at Tartu, in the Botanical Gardens, 9. X 1935.

On the leaves of *Lythrum salicaria* (L.) in the province of Tartumaa, at Ulila near the river, in a hayfield, 5. VII 1936.

Note. The spores of this material are a little shorter, 20—32 μ long.

**Septoria dulcamarae* Desm.

On the leaves of **Solanum dulcamara* L. in the province of Viljandimaa, at Vana-Tänassilma, on a farm, on the bank of the river, in a wooded hayfield, 6. VI 1937.

**Septoria erysimi* Niessl.; Allescher (1901) in Rabenhorst Krypt. Part 6, p. 778.

On **Erysimum cheiranthoides* L. at Tartu, in a field at Raadi, not often, 8. VII 1935.

**Septoria eupatorii* Rob. et Desm.

On the leaves of **Eupatorium cannabinum* L. in the province of Harjuma a, at Keila-Joa, on a damp bank of the river, 20. VII 1938.

**Septoria Leucanthemi* Sacc. et Speg.

On the leaves of **Chrysanthemum leucanthemum* (L.) in the province of Valgama a, near Taagepera, on a dry hill-side, seldom, 28. VIII 1937.

**Septoria oenanthis* Picbauer in Addenda ad floram Cechoslovakiae mycologicam VIII, p. 41, Verhandl. d. Naturf.-Vereines in Brünn, 1937.

On the leaves of **Oenanthe aquatica* Lam. in the province of Tartumaa, in the Ulila river, near the Tartu-Viljandi road, 5. VII 1936.

**Septoria oenotherae* Westend., Bull. Ac. roy. Belg. 2^e sér. 12, No. 7; Allescher in Rabenhorst Krypt. Part 6, p. 819.

On the leaves of **Oenothera biennis* (L.) at Tartu, in the Raadi park, 7. VII 1936; at Pärnu, in the churchyard, 2. VII 1937.

**Septoria oreoselina* (Lasch.) Sacc., Sylloge fung. 3, p. 528; Allescher in Rabenhorst Krypt. Part 6, p. 824.

On the leaves of **Peucedanum oreoselinum* Moench. at Tartu, on the Lohkva sand-dunes, very seldom, 2. VII 1936; in the province of Tartumaa, on the Ropka estate, at Soovooru, on the roadside, 19. VII 1936.

Septoria pisi Westend.; Allescher in Rabenhorst Krypt. Part 6, p. 830.

On the leaves of cultivated *Pisum sativum* L. at Tartu, on the Raadi estate, 19. VIII 1935 (leg. mag. A. Kivilaan).

**Septoria podagrariae* Lasch. in Klotzsch, Herb. myc. 458; Saccardo, Syll. fung. 3, p. 529; Allescher in Rabenhorst Krypt. Part 6, p. 724; Diedicke in Krypt. Mark Brandenb. Vol. 9, p. 423.

On the leaves of **Aegopodium podagrariae* L. in the province of Tartumaa, at Näki, at Ropka, 3. VIII 1937.

**Septoria scabiosicola* Desm.

On the leaves of **Knautia arvensis* Coulter at Tartu, on the Lohkva sand-dunes, 2. VII 1936; in the province of Viljandimaa, at Vana-Tänassilma, on the Auaku farm, 27. VI 1936; in the province of Põltsamaa, at Puravitsa, in a field, in abundance, 8. VIII 1936.

**Septoria scutellariae* Thüm.; Diedicke (1915) in Krypt. Mark Brandenb. Vol. 9, p. 508.

On the leaves of **Scutellaria galericulata* L. in the province of Tartumaa, at Kastre-Peravalla, Järvselg, 26. VII 1935; at Tartu, in the Botanical Gardens, 14. VIII 1935; in the Kärevere wood, 28. VII 1937.

**Septoria sugomakensis* Trott. in Saccardo, Sylloge fungorum 25, 1931, p. 455 = *Septoria Libanotidis* Naumoff, Champ. oural., I (1915), p. 35, t. IV, f. 37.

On **Libanotis montana* All. near the Vasula village near Tartu, on a dry sand-hill, not often, 10. VII 1935; in the province of Virumaa, near Toila, on a sand-hill, 2. X 1937.

About the same time J. Smarods found this fungus in Latvia, Fungi Latv. exsicc. XII, 1935, No. 587.

**Septoria virgaureae* Desm. Ann. Sc. nat. 17, p. 109; Allescher in Rabenhorst Kryptog. Part 6, p. 859; Diedicke (1915) in Krypt. Mark Brandenb. Vol. 9, p. 512.

On the leaves of **Solidago virga aurea* L. at Tartu, in the Lohkva sand-dunes, 23. VIII 1936; in the province of Põltsamaa, at Toomasmäe, along the Võõpsu-Värska road, 6. VIII 1937; at Uue-Petseri, by the Vilo station in the wood, 9. VIII 1937.

Note. The length of the spores of *Septoria virgaureae* fluctuates. Allescher notes a length of 80 μ , Keissler 50–70 μ , Diedicke up to 60 μ . My material has spores of 58–90 μ in length.

**Titaosporium tremulae* (Lib.) Luyk; Saccardo Syll. fung. 25, Part 10 (1931), p. 579.

On the leaves of **Populus tremula* L. at Tartu, Mudaniku, 12. IX 1920, often; at Tartu, in the Ilmatsalu wood, 23. VII 1936.

**Tuberculina persicina* (Ditm.) Lindau (1910) in Rabenhorst Krypt. Part 9, p. 409.

On aecia of **Puccinia ribesii-caricis* Klebahn on the leaves of **Ribes rubrum* L. at Tartu, at Mudaniku, in a damp wood, abundantly, 16. VII 1935.

**Verticillium alboatrum* Reinke et Berth. (1879); Lindau (1907) in Rabenhorst Krypt. Part 8, p. 327.

On the leaves of cultivated **Callistephus* sp. in the Harjuma a province, in the Hara elementary school, 26. VII 1935 (leg. S. Biider).

References.

- Arefjew, L. A., Арефьевъ, Л. А., Виды рода *Uromyces* Прибалтійскаго края. (Die *Uromyces*arten der Ostseeprovinzen, russisch.) Riga 1916.
- Виды рода *Puccinia* Прибалтійскаго края. (Die *Puccinia*arten der Ostseeprovinzen, russisch.) Petrograd, 1917.
- Bucholtz, F., Prof. Dr. und Ekman, O., Über die Verbreitung der Brandpilze (*Ustilaginaceae*) im Ostbaltikum. Sitzungsab. d. Naturf.-Ges. bei der Univ. Dorpat 24, 1918/1919, p. 47—70.
- Die *Puccinia*arten der Ostseeprovinzen Russlands. Archiv f. d. Naturk. Liv-, Ehst- und Kurlands, Bd. 13, Lief. 1, 1905, p. 1—60. Ebenso in *Annales Mycologici*, Bd. 3, 1905, p. 437—461.
- Бухгольцъ, Ф., Матеріалы къ флорѣ грибовъ острова Эзеля. (Materialien zur Pilzflora der Insel Ösel, russisch.) Petrograd, 1916.
- Mycologische Notizen I. Sitzungsab. Nat.-Ges. Tartu 28, 1921, p. 10—11.
- *Fungi Rossici exsiccati*, cent. I, II, XI, XII. Riga, 1915, 1916.
- Dietrich, H. A., Blicke in die Kryptogamenwelt der Ostseeprovinzen, Archiv f. d. Naturk. Liv-, Ehst- und Kurlands, Ser. II. Bd. 1, 1856, p. 261—414. Zweite Abteilung ebenda, 1859, p. 487—838.
- *Plantarum florum Balticae cryptogamarum centuria I—IX. Revaliae*, 1852—1857.
- Gobi, Chr. und Tranzschel, Wl., Гоби, Хр. и Траншель, Вл., О ржавчинныхъ грибахъ (*Uredineae*) С.-Петербургской губерніи и некоторыхъ частей соседнихъ съ нею Эстляндіи, Выборгской и Новгородской губерніи. Die Rostpilze (*Uredineen*) des Gouvernements St. Petersburg, der angrenzenden Teile Ehst- und Finnlands und einiger Gegenden des Gouvernements Nowgorod. Scripta Bot. Horti Univ. Imp. Petropolitanae, vol. 3, 1890—1892, p. 1—13, 65—128.
- Kaho, H., Zur Physiologie der Kartoffel I. Über die Permeabilität des Knollengewebes der vitalen und abbaukranken Kartoffeln. Phytopath. Zeitschr. 8, 1935, p. 157—164. Mitteil. Phytopathol. Versuchsstat. Univ. Tartu, Nr. 25, 1935.
- Das Verhalten der Eiweißstoffe gesunder und abbaukranker Kartoffelknollen gegen Salze. Acta et Comm. Univ. Tartuensis A 29, 4, p. 1—23. Mitteil. Phytopathol. Versuchsstat. Univ. Tartu, Nr. 31, 1935.
- Käsebiel, A., Statistiline kokkuvõte meie põlluviljadel ja viljapuudel esinevate tähtsamate seenhaiguste ja tegelikkudes majapidamistes nende vastu tarvitatud võitlusabinõude kohta 1924. aastal. Statistische Zusammenfassung der wichtigsten Pflanzenkrankheiten unserer Kulturpflanzen und Obstbäume und der gegen sie in der praktischen Landwirtschaft im Jahre 1924 angewandten Schutzmittel. Mitt. Phytopathol. Versuchsstat. Univ. Tartu, Nr. 2, 1926.

- Kivilaan, A., Viljapuu-seenvähk, *Nectria galligena* Bres., selle esinemisest Lõuna-Eestis ja tõrjest. On the occurrence of and prevention from the Apple-tree Canker, *Nectria galligena* Bres., in South-Estonia. *Agronomia* 15, 1935, nr. 10, 11, 12. *Taimchaiguste-katsejaama teated* nr. 32, 1935, p. 1—52.
- Klebahn, H., Uredineen in: *Kryptogamenflora der Mark Brandenburg und angrenzender Gebiete*. Bd. V^a, Pilze III. Leipzig 1914.
- Lepik, E., Fütopatoloogilised märkmed 1. Mõned tähelepanekud kultuurtaimede haigustest a. 1925. *Phytopathologische Notizen* 1. Einige Beobachtungen über pilzparasitäre Krankheiten der Kulturpflanzen im Jahre 1925 in Estland. *Agronomia* 6, 1926, p. 66—75. *Mitt. Phytopathol. Versuchsstat. Univ. Tartu*, Nr. 1, 1926, p. 1—10.
- Meie keldrite seenestikust. (6 fotoga.) Die Pilzflora unserer Keller. *Agronomia* 6, 1926, p. 284—294. *Fütopat.-katsej. teated* nr. 3, 1926, p. 1—8.
- Differential staining of *Peronosporaceae*. *Phytopathology* (Lancaster Pa U. S. A.) 18, 1928, p. 869—872.
- Überblick über die Erforschung der ostbaltischen Pilzflora. *Zeitschr. für Pilzkunde* (Leipzig) 7 (N. F.), 1928, p. 145—149.
- Beiträge zur Nomenklatur der Ostbaltischen Pilzflora I, II, III. Revision der „Plantarum florae Balticae cryptogamarum“ I, II. *Sitzungsber. d. Nat.-Ges. Tartu* 35, 1928, p. 21—29; 37, 1931, p. 239—259; 43, 1938, p. 226—242.
- Bibliographische Beiträge zur ostbaltischen Pilzflora I. Arbeiten aus dem Institut für Phytopathologie der Universität Tartu (Estland) Nr. 3. *Sitzungsber. d. Nat.-Ges. bei der Univ. Tartu* 36, 1929, p. 27 (1) — 88 (62).
- Untersuchungen über den Biochemismus der Kartoffelfäulen. I. Der Einfluss der *Phytophthora*-Fäule auf die chemische Zusammensetzung der Kartoffelknollen (mit 15 Abb.). *Phytopath. Zeitschr.* 1, 1929, p. 40—109.
- II. Über die Rolle der stickstoffhaltigen Bestandteile der Kartoffelknolle bei der *Phytophthora*-Fäule (mit 6 Abb.). *Phytopath. Zeitschr.* 12, 1939, p. 292—311. *Mitteil. Phytopath. Versuchsstat. Univ. Tartu*, Nr. 54, 1939.
- Über die Bedingungen der Stärkebestimmung nach dem Jodverfahren. *Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitt.-Unt. u. Hygiene, veröff. vom Schweiz. Gesundheitsamt* (Bern) 20, 1929, p. 79—88.
- Über Glykogen oder „Pilzstärke“ (mit 1 Abb.). *Zeitschr. f. Pilzkunde* (Darmstadt) 9, 1930, p. 56—59.
- Anatomische Untersuchungen über die durch *Plasmopara* erzeugten Subinfektionen (mit 4 Abb.). *Zeitschr. f. Pflanzenkr.* 41, 1931, p. 228—240. *Mitteil. Phytopath. Versuchsstat. Univ. Tartu*, Nr. 8, 1931, 14 pp.
- Fütopatoloogilised märkmed 2—8. *Phytopathologische Notizen* 2—8.
2. Karusmarja-rooste *Puccinia Pringsheimiana* Kleb. Der Stachelbeerrost, *Puccinia Pringsheimiana* Kleb.
3. Kartuli kärntõvest. Der Kartoffelschorf im Jahre 1930.

4. Tähelepanekuid kõrsviljade roostehaigustest 1929. ja 1930. a. Die Getreideroste in den Jahren 1929 und 1930.
 5. Kõrsviljade nõgipäähagustest 1929. ja 1930. aastal. Die Brandkrankheiten des Getreides in den Jahren 1929 und 1930.
 6. Ristikheina vähk, *Sclerotinia trifoliorum* Eriks. Der Kleekehrs, *Sclerotinia trifoliorum* Eriks.
 7. Linahaigustest. Leinkrankheiten.
 8. Tomatihaigustest ja teistest aedtaimed kahjustajatest. Über Tomatenparasiten und andere Krankheiten der Gartengewächse. Agronomica 11, 1931, p. 127—130, 261—268. Mitteil. Phytopathol. Versuchsst. Univ. Tartu, Nr. 7, 1931, p. 1—14.
- Metsakahjulid puumädanikud. Die forstschädlichen Holzfäulen. Eesti metsanduse aastaraamat 5, 1931, p. 110—132.
 - Talioraste hävimisest möödunud 1931. a. kevadel. Die Vernichtung der Roggensaat in Eesti im Frühjahr 1931. Agronomica 12, 1932, p. 149—155, 180. Taimehaiguste teated nr. 9, 1932, p. 3—9, 12.
 - Fütopatoloogilised märkmed 9. Talioraste hävimisest möödunud 1931. a. kevadel. Die Vernichtung der Roggensaat in Estland im Frühjahr 1931. Agronomica 12, 1932, p. 149—158. Mitteil. Phytopathol. Versuchsst. Univ. Tartu, Nr. 9, 1932, p. 1—12.
 - Ülikooli Taimehaiguste-katsejaam. Über die Tätigkeit der Phytopathologischen Versuchsstation der Universität Tartu 1921—1931. Agronomica 12, 1932, p. 407—413, 426. Taimehaiguste-katsejaama teated nr. 13, 1933, p. 1—12 (8 pilti).
 - Kartulivähi geograafilisest levimisest ja selle tähtsusest meie kartulikaubandusele. Über die geographische Verbreitung des Kartoffelkrebses (2 pilti, 1 kaart). Agronomica 14, 1934, p. 270—273, 291. Taimehaiguste-katsejaama teated nr. 22, 1934, 7 pp.
 - Valge kärbseseen, meie metsade kardetavamaid mürkseeni. Über eine Pilzvergiftung durch Amanita verna Bull. Eesti Loodus 3, 1935, p. 41—44 (1 pilt). Taimehaiguste-katsejaama teated nr. 27, 1935, p. 1—5.
 - Ravimtaimed haigusi. Über die Krankheiten der Arzneipflanzen in Estland. Eesti Rohuteadlane 10, 1935, p. 9—14. Taimehaiguste-katsejaama teated nr. 24, 1935, p. 1—8.
 - On occurrence of Ergot (Claviceps) in Estonia. Tartu Ülikooli Loodusuuriuste Seltsi aruanded 41, 1935, p. 327—337. Taimehaiguste-katsejaama teated nr. 26, 1935, 13 pp. Bull. Phytopathol. Exp. Stat. Univ. Tartu, No. 26, 1935.
 - On the Distribution of the Potato Wart Disease, Synchytrium endobioticum (1 fig., 1 map). Taimehaiguste-katsejaama teated nr. 28, 1935, 8 pp. Bull. Phytopathol. Exp. Stat. Univ. Tartu, No. 28, 1935.
 - On the Fungusflora of Ruhnu (Runö) Island (2 fig., 1 map, 1 plate). Taimehaiguste-katsejaama teated nr. 29, 1935, p. 1—20. T. Ü. Loodusuur. Seltsi aruanded 42, 1935, p. 1—19.

- Einige bemerkenswerte Uredineenfunde aus Estland. Über das Vorkommen von *Ustilago Oxalidis* Ell. et Tracy in Estland. 1937. *Annales Mycologici* 34, 1936, p. 435—441; 35, 1937, p. 59—61. *Taimehaiguste-katsejaama teated* nr. 40, 1937.
 - Hirvepähkli esinemisest Eestis. Tanuseene levikust Eestis. On the Distribution of *Elaphomyces cervinus* in Estonia. On the Distribution of *Phallus impudicus* L. in Estonia. T. Ü. *Taimehaiguste-katsejaama teated* nr. 46, 1937, äratrükk „Loodusevaatlajast“ nr. 3, 1937, p. 72—74, ja „Eesti Loodusest“ nr. 3, 1937, p. 99—100.
 - Zur Verbreitung von *Ustilago Oxalidis* Ell. et Tracy in Europa. On the Distribution of *Ustilago Oxalidis* Ell. et Tracy in Europe. *Bull. of the Phytopath. Exp. Stat. of the Univ. of Tartu*, No. 45, 1937.
 - Männiroosteist ja -koorepõletikest. The Distribution of Pine-rusts in Estonia. *Metsanduse aastaraamat* 1937. *Bull. Phytopath. Exp. Stat. Univ. Tartu*, No. 42, 1937.
 - Die Phytopathologische Versuchsstation der Universität Tartu. *Bulletin of the Phytopath. Exp. Stat. Univ. Tartu*, No. 44, 1937.
 - *Impatiens parviflora* D. C. ja *Puccinia Komarovi* Tranzschel levikust Eestis. The Distribution of *Impatiens parviflora* DC. and *Puccinia Komarovi* Tranzschel in Estonia. *Loodusuurijate Seltsi aruanded* 43, 1938, p. 243—296. *Bull. of the Phytopath. Exp. Stat. of the Univ. of Tartu*, No. 41, 1938.
 - Fütopatoloogilised märkmed 10. *Phytopathologische Notizen* 10. *Annal. Soc. reb. nat. invest. Univ. Tartu* 43, 1938, p. 197—225. *Mitteil. Phytopath. Versuchsst. Univ. Tartu*, Nr. 43, 1938.
 - Liiliarooste, — uus ilutaimede haigus Eestis. *Aed* 17, 1939, p. 16—17.
 - Lina-jahukaste, uus linahaigus Eestis. *Taimekaitse teated* 1, 1939, p. 42.
- Lippmaa, T. Eesti botaanilisest uurimisest. *Annal. Soc. reb. nat. investig. Univ. Tartu* 38, 1932.
- Eesti geobotaanika põhijooni. *Aperçu géobotanique de l'Estonie. Acta et Comm. Univ. Tartuensis* A 28, 4, 1935, p. 1—151.
 - Pflanzensoziologische Methodik, nebst einer Klassifikation der Pflanzenassoziationen Estlands. *Annales Soc. reb. nat. invest. Univ. Tartu* 40, 1933.
- Mayor, Eug., *Notes Mycologiques* IX. *Bull. de la Soc. neuchâteloise des Sci. nat.* 61, 1936, p. 105—123.
- Sydow, P. et H., *Monographia Uredinearum seu specierum omnium ad hunc usque diem descriptio et adumbratio systematica*. Vol. I: Genus *Puccinia*, 1904; vol. II: Genus *Uromyces*, 1910; vol. III: *Pucciniaceae*, *Melampsoraceae*, *Zaghnaniaceae*, *Coleosporiaceae*, 1915; vol. IV: *Uredineae imperfectae*, 1924. *Lipsiae*.

- Toomre, R. (= Tomson, R.), Ristikuvähk ja teised ristiku haigused Eestis. Der Kleekrebs und andere Kleekrankheiten Estlands. *Agronomia* 14, 1934, p. 293—304. *Mitteil. Phytopathol. Versuchsst. Univ. Tartu*, Nr. 23, 1934.
- Treboux, O., Verzeichnis der parasitischen Pilze aus dem Kreis Pernau. *Korresp.-Bl. Nat.-Ver. zu Riga* 55, 1912, p. 91—101.
- Vestergren, T., Zur Pilzflora der Insel Oesel. *Hedwigia* 40, 1903, p. 76—117.
- Witkowski, N., Über die höheren Pilze der Umgegend von Tartu. *Eesti Loodust. Arhiiv*, II seeria, 15, 1935, p. 113—180.

TARTU ÜLIIKOOLI BOTAANIKAMUUSEUMIST
JUHATAJA: PROF. DR. T. LIPPMÄA KONSERVAATOR: K. EICHWALD
FROM THE BOTANICAL MUSEUM OF TARTU UNIVERSITY
DIRECTOR: PROF. DR. T. LIPPMÄA CONSERVATOR: K. EICHWALD

EESTI TAIMED

K. EICHWALD

IV

(151—200)

WITH A SUMMARY:
ESTONIAN PLANTS

TARTU 1939

Kaastöölised (collaborators): stud. rer. nat. H. Aasamaa, L. Enari, agr. A. Ennvere, J. Eplik, B. Fromhold-Treu, agr. A. Gahov, Selma Kaaber, P. Kaaret, P. Kohava, stud. rer. nat. E. Kumari, prof. dr. E. Lepik, W. Loewis of Menar, J. Lunts, G. Mechmershausen, dr. agr. A. Miljan, mag. sc. nat. Elsa Pastak, Juta Rebane, A. Reeben, dr. W. J. Reinthal, dr. rer. for. A. Rühl, dr. B. Saarsoo, dr. pharm. H. Salasoo, prov. V. Sirgo, mag. bot. J. Talts, mag. bot. Sylvia Talts, agr. A. Tam-salu, dots. dr. P. W. Thomson, mag. A. Vaga, V. Viktorov, Ellen Vilbaste, dr. phil. G. Vilbaste, A. Wirén, A. Üksip.

Liikide kaardistamisel on peale literatuursete ja kaastöölislitelt saabunud andmete kasustatud järgmisi suuremaid taimekogusid: Tartu Ülikooli Botaanikamuuseumi Eesti Herbaarium; Ülikooli Taimehaiguste-katsejaama herbaarium (andmed prof. dr. E. Lepik'u kaudu); Eesti Teaduste Akadeemia juures oleva Loodusuurijate Seltsi herbaarium; Eestimaa Kirjanduse Seltsile kuuluv Tallinna Provintsiaalmuuseumi herbaarium ja R. Lehibert'i herbaarium (andmed dots. dr. P. W. Thomson'i kaudu); K. R. Kupffer'i herbaarium (andm. prof. dr. N. Malta kaudu, Riist).

Käesolevas „Eesti taimede“ IV mapis ilmumist algavate *Taraxacum*'i liikide puhul on rakendatud põhjamaade taraksakoloogide nomenklatuuri, arvesse võtmata üksikute liikide süsteematilist väärtust. *Taraxacum*'id on määranud ja teksti koostanud dr. B. Saarsoo.

151. *Ophioglossum vulgatum* Linné. — Maokeel.

Kasvab Eestis kohati kuivadel kuni niisketel niitudel ning puisniitudel, meeleldi ajuti üleujutatavais kohtades. Lääne-Eestis esineb mõnikord hulgi nõrgalt halofiilseil (suprasaliinseil) rannikuniitudel, moodustades *Sesleria coerulea* — *Primula farinosa* uniooni *Ophioglossum vulgatum*'i teisendi.

Estonia maritima occidentalis, Kihelkonna khk., Kuusnõmme Bioloogiajaama lähedal niiskel *Betula pubescens*'i puisniidul.

Grows in Estonia sporadically in dry as well as in humid meadows and wooded meadows, readily

in places temporarily flooded. In the western part of the country it sometimes occurs abundantly in the (suprasaline), feebly salinous belt of maritime meadows, forming a *Ophioglossum vulgatum* variant of the *Sesleria coerulea* — *Primula farinosa* union.

Estonia maritima occidentalis, parish of Kihelkonna, in a humid wooded meadow with *Betula pubescens*, near the Biological Research Station of Kuusnõmme.

1. VII 1932.

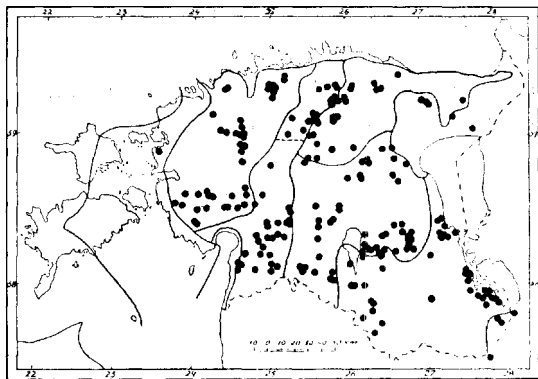
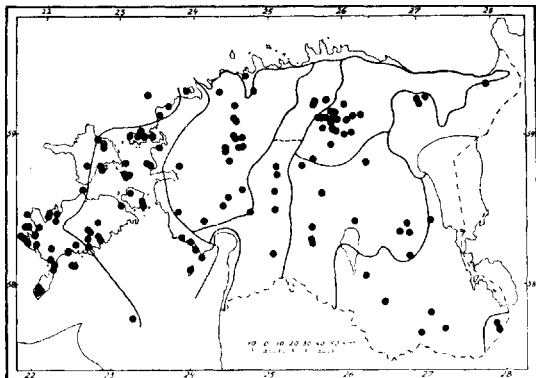
leg. Elsa Pastak.

152. *Betula humilis* Schrank. — Madal kask.

Eestis vaid mandril esinev, seega oma levila lääne-, resp. loodepiiri omav liik. Kasvab paiguti, ja harilikult hulgi, soistel niitudel, soorabades ja rabastuvais lodudes, moodustades *B. humilis*'e põõsastiku. — Esitatud materjal on tavaline var. *vulgaris* PerL. [L. A. Perfiljev: *Betula humilis* Schr. v jevropejskoj časti SSSR, Journ. bot. URSS XX. 6 (1935) 639; Fl. URSS V (1936) 285—286.]

Estonia inferior, Keilast loodesse viiva tee ääres, soo serval üksikud põõsad.

Restricted to the mainland of Estonia, thus reaching in our country



the western, or the north-western limit of distribution. It occurs sporadically and is usually abundant in swampy meadows, boggy swamps and boggy marshes, where it often forms a *Betula humilis* bush. — The material available belongs to the usual var. *vulgaris* Perf. [I. A. Perfiljev: *Betula humilis* Schr. v jevropejskoj časti SSSR, in Journ. bot. URSS XX. 6 (1935) 639; Fl. URSS V (1936) 285—286.]

Estonia inferior, parish of Keila, along the margin of a swamp.

2. VII 1935.

leg. P. Kohava.

**153. *Stellaria crassifolia* Ehrh. var. *paludosa* (Laest.) Fries. —
Paksulehine tähthein.**

[*S. uliginosa* var. *paludosa* Laestadius.]

Harilikult hulgi, eriti Põhja-Eesti soorabades, kinnikasvavate järvede õõtskamaral, märgades soodes, kraavides jne., tõenäoliselt enam levinud, kui selle üle käesoleval ajal on andmeid.

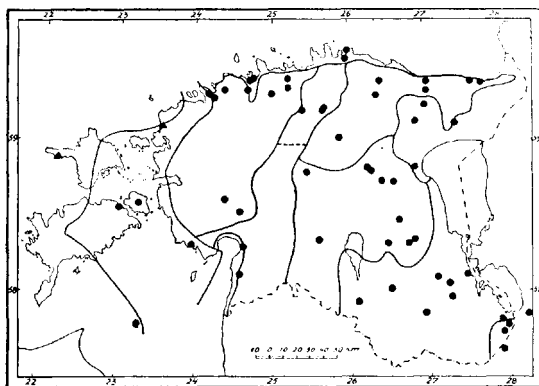
Estonia media, Laiuse khk., Tooma Kaasikjärve õõtsuvas, kinnikasvavas osas hulgi turbasambla sees.

Especially in northern Estonia *S. crassifolia* usually grows abundantly in wet as well as in boggy swamps, in ditches and in the *Sphagnum* unions of many lakes which are being choked, etc. It probably is more widely dispersed than till now known.

Estonia media, parish of Laiuse, abundantly, associated with *Sphagnum* in the choking-up part of lake Kaasikjärv, near the Peat Research Station of Tooma.

24. IX 1932.

leg. Sylvia Talts.



▲ var. *brevifolia* (Raf.) Fr.

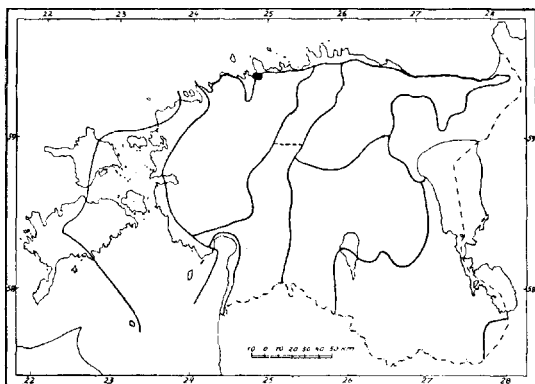
**154. *Cerastium alpinum* L. var. *lanatum* (Lam.) Hegetschweiler. —
Mägi-kadakkaer.**

[*C. lanatum* Lamarck; *C. villosum* Baumgarten.]

Arktoalpiinne, Eestis väga haruldane relikt-taim, mille ainsad kasvukohad on Tallinna Lasnamäel, paeseina pragudes ja klindi serval asuvais paemurdudes. — Looduskaitse Nõukogu otsusega on *C. alpinum* looduskaitse registreeritud [Riigi Teataja nr. 49, 1936, art. 408], kuuludes ka Tallinna Lasnamäe looduskaitse reservaat [Riigi Teataja nr. 49, 1938, art. 456].

Estonia clivosa, Tallinna lähedal Maarjamäe lubjapae pragudes.

An arctic-alpine, in Estonia very rare subrelict species; it grows in



the clefts and stone-pits of the N. Estonian limestone cliffs, not far from Tallinn. — *C. alpinum* was entered on the nature protection records [Riigi Teataja (Government Gazette) No. 49, 1936, art. 408]. At the present time it also belongs to the Protection-Area of the alvar plants of Lasnamägi [Riigi Teataja No. 49, 1938, art. 456].

Estonia clivosa, in many clefts of the limestone rocks by Maarjamägi, E. of Tallinn.

2. VI 1933 ja 12. V 1934.

leg. A. Üksip.

155. *Silene nutans* Linné. — Longus põisrohi.

Esineb kogu Eestis kuivadel päikesepaistelisel kinkudel ja nõlvadel, kuivades hõredais metsades, kuivadel aasadel, loopealseil jne., sageli hulgi.

Estonia inferior, Keila khk., Nõmmelähedal Kadaka paemurrus, hõredalt poollahtsel paeprügil.

Often *S. nutans* occurs abundantly, throughout Estonia on dry sunny slopes and hillocks, in thin forests, in dry meadows, alvars, etc.

Estonia inferior, parish of Keila, sparsely on the limestone-rubbish of a quarry by Kadaka, near Nõmme.

12. VII. 1933.

leg. V. Sirgo.

155-a. *Silene nutans* Linné. — Longus põisrohi.

Estonia intermedia, Ambla khk., Jäneda asunduse lähedal oleva hõreda segametsa lõunapoolsel nõlval.

Estonia intermedia, parish of Ambla, on the southern slope of a thin mixed wood on the Jäneda estate.

18. VIII 1933.

leg. A. Miljan.

156. *Dianthus deltooides* Linné. — Nurmnelk.

Eestis kohati levinud kuivadel liivanurmedel, niitudel, puisniitudel, hõredais männimetsades, kinkudel, metsa- ja teeservadel, järvekaldail, loopealseil jne., eelistades kuiva liiva- ja kruusapinnast.

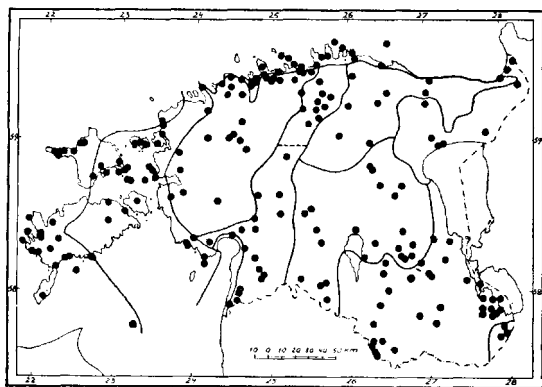
Estonia media, Kambja khk., Reola asunduse lähedal Kambja ürgorjammilasuval Karjanõmme nimelisel liivaturmel-karjamaal.

Spread in Estonia sporadically on dry sandy plains, in dry meadows, wooded meadows, thin *Pinus silvestris* forests, as well as along outskirts of woods, lake-shores, etc., preferably on sandy or gravelly bottom.

Estonia media, parish of Kambja, on a sandy plain of the great Kambja valley, near the settlement of Reola.

22. VI 1935.

leg. A. Reeben.



157. *Aquilegia vulgaris* Linné. — Harilik kurekell.

[*A. vulgaris* L. var. *pratensis* Kittel; *A. vulgaris* L. var. *genuina* Roy et Foucaud.]

Lupjaeelistav ja vastaval pinnasel kogu Eestis levinud taim; kasvab hõredais lehtmetsades ja võsastikes, uhtlamm-metsades ja -niitudel, nõlvadel, teeservadel, kraavikaldail jne.; aedadest kergesti metsistuv liik.

Estonia inferior, Keila khk., Nõmme ümbruses Kadaka pae-murrus, enamasti paepragudes. Saatjad (Companions): *Arabis hirsuta* ja *Sedum aere*.

A calciphilous species, spread over the whole territory of Estonia, in thin foliferous forests and shrubberies, in flooded riverside woods and meadows, along roads, ditches, etc. Often it also is found as an escape from the garden.

Estonia inferior, parish of Keila, in the quarry of Kadaka near Nõmme, usually in the clefts of the limestone.

15. VII 1933.

leg. V. Sirgo.

158. *Anemone ranunculoides* Linné. — Kollane ülane.

Kogu Eestis paiguti hõredais niiskeis lehtmetsades, puisniitudel, võsastikes ja lepestikes, harva ka niitudel. Kasvab enamasti salguti, sageli koos *A. nemorosa*'ga, aga esineb sellest harvemini.

Estonia maritima borealis, Kuusalu khk., Kaberla lähedal Kaleviliiva luuteseljandiku kohal ojaäärses liivases lepa- ja sarapuu-metsas. Saatjad (Companions): *Alnus incana*, *Corylus avellana*, *Dryopteris Linnæana* (soc.), *Poa nemoralis*.

Throughout Estonia in damp foliferous forests, wooded meadows and shrubberies, especially in bushes of *Alnus incana*; rarely also in meadows. It usually grows in colonies associated with *A. nemorosa*, but is not found so often as the latter.

Estonia maritima borealis, parish of Kuusalu, along a little brook in a sandy mixed wood of *Alnus incana* and *Corylus avellana*.

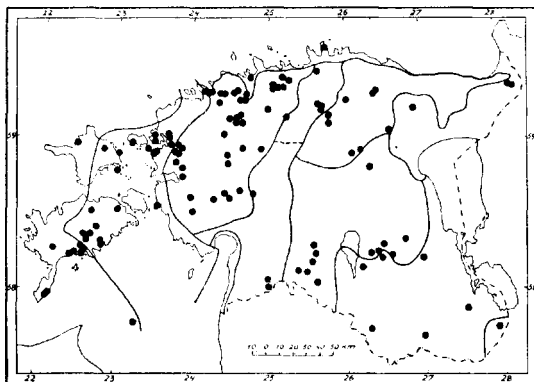
24. V 1935.

leg. H. Aasamaa.

159. *Berberis vulgaris* Linné. — Kukerpuu.

Levinud kogu Eestis, eriti mandri loodeosa transgressioonialadel, esineb kuivadel teeservadel, aedade ääres, müüridel, võsastikes, metsades ja nende servadel, loopealsedel, kinkudel ja nõlvadel ning puisniitudel; metsistub

kergesti ja osa leiukohti on kahtlemata nii tekkinud. — Et *B. vulgaris* on peremees-taimeks kõrre-roostele, *Puccinia graminis* Pers., on ta Eestis vastava seadusega määratud sundhävitamisele [Riigi Teataja nr. 91, 1932, art. 696], aga Ruhnu saarel 1934. a. tegelikult hävitatud.



Estonia inferior, Keila khk., lehtmetsas 3 km Keilast lää-

nes, lubjarikkal pinnasel. Saattjad (Companions): *Quercus robur* ja *Corylus avellana*.

Dispersed over the whole territory, especially on dry limy soils of the "immersed region" in the NW. of the Estonian mainland. *B. vulgaris* grows along roads and hedges, on hillocks, slopes and walls, in wooded meadows, alvars, shrubberies as well as in forests and along their margins. It often is also found escaped from cultivation. — As a host plant of the Black rust, *Puccinia graminis* Pers., in conformity with the law, *B. vulgaris* is to be extirpated in Estonia [Riigi Teataja (Government Gazette) No. 91, 1932, art. 696]. On the Estonian isle of Ruhnu it was eradicated in 1934.

Estonia inferior, parish of Keila, in a foliferous forest 3 km W. of Keila, on limy soils.

30. V 1937 ja 18. IX 1938.

leg. A. Üksip ja P. Kohava.

160. *Corydalis solida* (Miller) Swartz. — Harilik lõokannus.

[*Fumaria bulbosa* γ. *solida* Linné; *F. solida* Miller; *Corydalis bulbosa* DC.]

Levinud huumuserikkais lehtmetsades, varjulistel nõlvadel, kaldavõsastikes, harva ka niitudel; esineb harilikult hulgi.

Estonia intermedia, Järva-Madise khk., Mägede küla juures oleva Valgehobuse mäe edelajalamil. Saatjad (Companions): *Anemone nemorosa*, *Lamium galeobdolon*, *Hepatica triloba*, *Viola mirabilis*, *Gagea lutea*.

Occurs in several deciduous woods rich in humus, on shady slopes, in riverside shrubberies, rarely also in meadows; in all these places the plant usually grows abundantly.

Estonia intermedia, parish of Järva-Madise, along a hillside near the village of Mägede.

27. V 1935.

leg. J. Lunts.

161. *Drosera rotundifolia* Linné. — Ümmaralehine huulhein.

Kogu Eestis väga tavaline kõrgrabade ja soorabade taim; harvem turba-soodes, harilikult koos *Sphagnum*'i liikidega.

Estonia maritima occidentalis, Kihelkonna khk., Vedruka raba serval turbasamblal, koos kanarbikuga mändide all.

Throughout Estonia very frequent in bogs and transition bogs, seldom in swampy meadows, usually associated with *Sphagnum*.

Estonia maritima occidentalis, parish of Kihelkonna, in the marginal part of the Vedruka bog, with *Calluna vulgaris* and *Sphagnum*.

12. VII 1932.

leg. Juta Rebane.

162. *Drosera anglica* Hudson. — Pikalehine huulhein.

[*D. longifolia* Linné p. p.]

Levinud kogu Eestis peam. rabalaukais, ka soodes, soorabades ja rabastuvais lodudes.

Estonia inferior, Keila khk., Pääsküla raba laukas koos turbasambla ja *Scheuchzeria palustris*'ega.

Spread over the whole territory of Estonia, especially in pools of peat-bogs as well as in swamps, transition-bogs and boggy marshes.

Estonia inferior, parish of Keila, in a pool of the Pääsküla bog, associated with *Scheuchzeria palustris* and *Sphagnum*.

10. VII 1933.

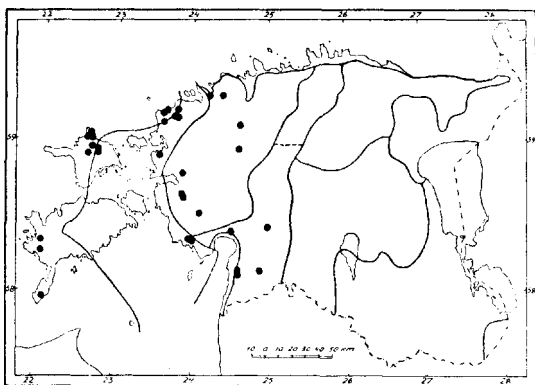
leg. Juta Rebane.

163. *Drosera intermedia* Hayne. — Keskmise huulhein.

[*D. longifolia* Linné p. p.]

Pseudoatlantiline liik, mille levik piirdub saartega ja mandri lääneosaga; kasvab rabalaukastes turbamudal, soorabades, harvemini ka rabastuvais lodudes ja lubjarikkais *Schoenus ferrugineus*'e soodes.

Estonia maritima occidentalis, Kihelkonna khk., Vedruka rabas.



6. VIII 1933.

A pseudo-atlantic species, confined to the Estonian islands and the western part of the mainland; it grows in the muddy pools of peat-bogs, in transition-bogs, rarely also in limy *Schoenus ferrugineus* swamps.

Estonia maritima occidentalis, parish of Kihelkonna, in the Vedruka peat-bog.

A. Tamsalu.

164. *Agrimonia eupatoria* Linné. — Harilik maarjalepp.

[*A. eupatoria* L. subsp. *officinalis* (L. m.) G. a. m. s.]

Kogu Eestis, aga enam-vähem paiguti levinud, eriti lubjarikkal kuival rühk- ja savipinnasel; kasvab puisniitudel, metsaservadel, hõredamais kuivemais lehtmetsades ning vöastikes, teeservadel, põllupeenrail jne.

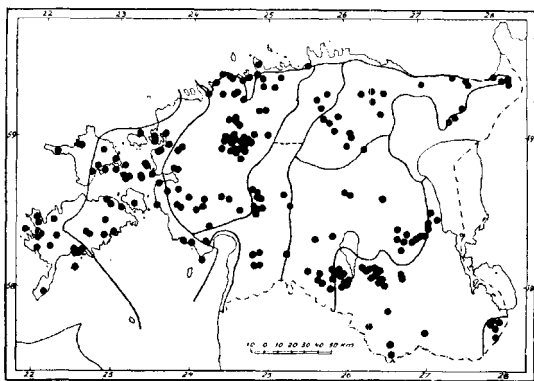
Estonia intermedia, Saarde khk., Reiu jõe kaldavöastikus Ristiküla Orumäe talu kohal.

Spread more or less sporadically over the territory of Estonia, especially on dry limy and clayey soils; it grows in wooded meadows, in dry thin foliferous forests and along their margins, in shrubberies, along roads, etc.

Estonia intermedia, parish of Saarde, along a riverside shrubbery near the village of Ristiküla.

26. VII 1936.

leg. Sylvia Talts.



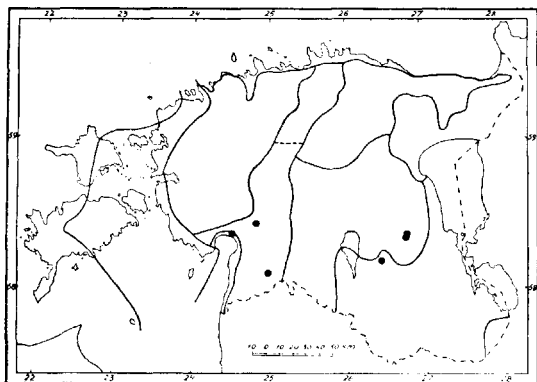
165. *Oxalis stricta* Linné. — Kollane e. sirge jänesekapsas.

Antropohoorne, umbrohuna levinud liik; esineb harilikult hulgi keedu- vilja-aedades, surnuaedades, parkides ja põldudel.

Litorale hea-
demeesteense, Pär-
nu, Riia maantee äärsel
kalmistul, cop.

An anthropochore
species, as a weed usually
abundant in orchards,
graveyards, parks and
fields.

Litorale hea-
demeesteense,
Pärnu, in a grave-
yard, cop.



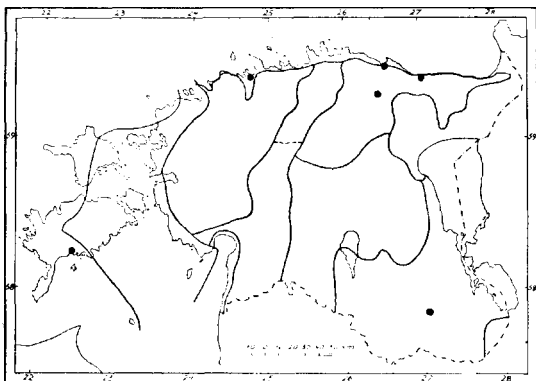
24. VIII 1937.

leg. P. Kaaret.

166. *Chaerophyllum bulbosum* Linné. — *Mugul-varesputk*.

[*Myrrhis bulbosa* Sprengel.]

Paiguti metsistunult aedades, parkides, ojade ja jõgede kaldatihnikuis. —
Esitatud materjal on selle liigi var. *eu-bulbosum* Hermann.



Estonia supe-
rior, Viru-Jaagupi
khk., Põlula asunduse aia
müüri ääres kogumikuna
ja üksikult teeservadel.

A naturalized es-
cape from cultivation, is
found locally in parks,
gardens, in riverside
shrubberies, etc. — The
material available is the
var. *eu-bulbosum* Her-
mann.

Estonia supe-
rior, parish of Viru-
Jaagupi, in the park and along the roads of the settlement of Põlula.

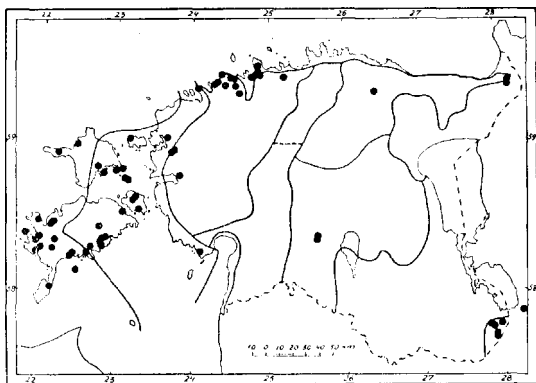
8. VII 1936.

leg. G. Mechmershausen.

167. *Torilis anthriscus* (L.) Gmelin. — *Harjasputk*.

[*Tordylium Anthriscus* Linné.]

Peamiselt Loode-Eestis ja saartel levinud liik; kasvab harilikult võsas-
tikes, teeservadel, aedade ääres, põllupeenardel ja metsaservadel. — Käes-
olev materjal kuulub alaliiki, subsp. *eu-anthriscus* Thellung.



Estonia media, Kõstiveski Viljandi juures, põllu ääres kasvav lepavõsastikus.

Occurs mainly in NW. Estonia and on the islands; it grows in bushes and along roadsides, railings and the edges of fields. — The material at hand belongs to the subsp. *eu-anthriscus* Thellung.

Estonia media,

near Viljandi in a coppice of *Alnus incana*.

21. VII — 12. VIII 1933.

leg. W. J. Reinthal.

168. *Pyrola uniflora* Linné. — Kuningakübar.

[*Moneses* u. A. Gray; *Monesis* u. Alefeld; *Moneses grandiflora* Salisbury.]

Levinud kogu Eestis vanemais huumuserohkeis ja varjukais kuusemetsades ja kuuse-segametsades, ka kuuse-lodumetsade mätastel, enamasti salguti.

Alutagia, Narva-Jõesuu varjukas kuuse-männi segametsas.

Dispersed in Estonia in old shady *Picea excelsa* woods rich in humus and in *P. excelsa* mixed and marshy woods, usually in colonies.

Alutagia, in a shady *Picea excelsa* — *Pinus silvestris* mixed wood, in the neighbourhood of Narva-Jõesuu.

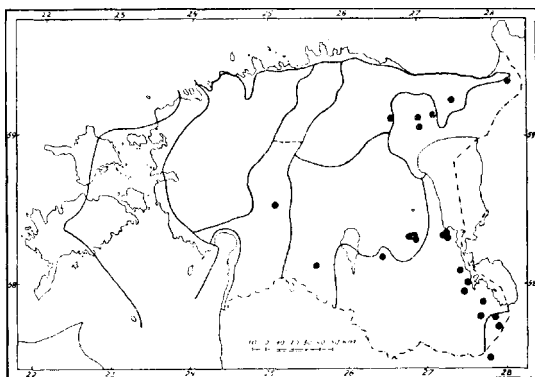
29. VI 1935.

leg. V. Viktorov.

169. *Gentiana pneumonanthe* Linné. — Pärís emajuur.

Bestis vaid mandril, peamiselt idaosas, pillatult. Kasvab turbapinnasega niiskeil niitudel ja soosaartel, harvemini mineraalpinnasega jäätmaadel, hõredais lehtmetsa-saludes, raismikel jne.

Estonia orientalis, Võnnu khk., Emajõe suudmealal Kalli järve kaldal asuva Haabsaare soosaarel. Saatjad (Companions): *Betula humilis*, *Salix rosmarinifolia*, *Iris sibirica*, *Lysimachia vulgaris*, *Filipendula ulmaria*, *Cnidium venosum*, *Inula britannica*, *Senecio paludosus*. Huumuse pH 5.0.



Dispersed in Estonia mainly in the eastern part of the mainland. *G. pneumonanthe* usually grows in damp meadows and in moor-islets on peat-ground, seldom on mineral soils, — in waste places, thin foliferous forests, wood-clearings, etc.

Estonia orientalis, parish of Võnnu, the delta-district of the river Emajõgi, in a moor-islet by the Kalli lake.

2. VIII 1931.

leg. V. Sirgo.

170. *Gentiana cruciata* Linné. — Südame-emajuur.

Eestis leviku loodepiiri omav, lubjalembene, kohati võrdlemisi haruldane taim. Kasvab kuivadel oosidel, kinkudel, nõlvadel ja uhtlamm-aasadel; sage ka Põhja-Eesti pae-seina ülemisel serval (põhjapiir).

Estonia inferior, Jüri khk., Aruküla Mädajärve lähedal kuival kruusasel oosil.

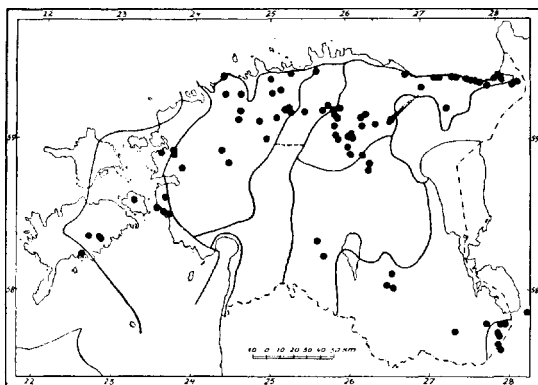
A locally rare calciphilous species, reaching in Estonia the north-western limit of its distribution. *G. cruciata* grows on dry hillocks and slopes, on many ases and in dry riverside meadows;

it even occurs abundantly in pastures along the upper verge of the N. Estonian limestone cliffs (the northern limit of distribution).

Estonia inferior, parish of Jüri, on a dry gravelly äs by the lake of Mädajärv, in the vicinity of Aruküla.

31. VII 1934.

leg. A. Üksip.



171. *Gentiana amarella* L. subsp. *lingulata* (C. A. Agardh)

F. Areschoug. — Sügis-emajuur, keeljas e.

[*G. lingulata* C. A. Agardh; *G. amarella* β . *livonica* Eschscholtz.]

Esineb Eestis paiguti niitudel, loopealsetel, nõlvadel, teeservadel, karjamaadel jne., ka turbapinnasel.

Estonia media, Tartu-Maarja khk., Lohkva küla ümbruses soise niidu kraavikaldal. Saatjad (Companions): *Trifolium spadiceum*, *Geum rivale*, *Ranunculus acer*, *Rhinanthus major*, *Briza media*, *Rumex acetosa*, *Primula farinosa*, *Galium mollugo*, *Cirsium palustre*, *Prunella vulgaris*, *Hieracium pilosella*, *Linum catharticum*, *Centaurea jacea*, *Polygala amarella*.

In Estonia sporadically in alvars, pastures, on slopes, along roadsides, even on peat-ground.

Estonia media, parish of Tartu-Maarja, along a ditch in a swampy meadow, in the vicinity of the village of Lohkva.

3. VII 1930.

leg. H. Salasoo.

172. *Satureja acinos* (L.) Scheele. — Nõmmemünt.

[*Thymus Acinos* Linné; *Calamintha Acinos* Clairville.]

Kogu Eestis harilik, eriti kuival lubjarikkal pinnasel esinev liik; kasvab loopealseil, kinkudel, nõlvadel, luidetel, hõredates metsades, teeservadel jne.

Estonia maritima occidentalis, Kihelkonna khk., Atla küla ligidal alvaril.

Common in the whole of Estonia, especially on dry limy soils; it grows in alvars, thin forests, on hills, slopes, dunes, along roads, etc.

Estonia maritima occidentalis, parish of Kihelkonna, on alvar-ground near the village of Atla.

5. VIII 1933.

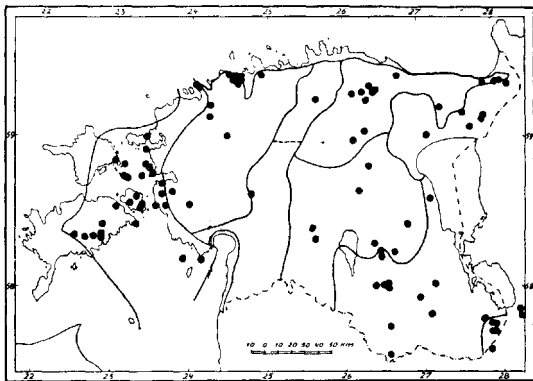
leg. A. Vaga.

173. *Veronica teucrium* L. subsp. *pseudochamaedrys*

(Jacq.) Nyman. — **Laialehine mailane.**

[*V. latifolia* Jacq. et auct. p. p., non L.; *V. pseudochamaedrys* Jacquin.]

Bestis saartel läänepiiri omav liik. Kasvab meeleldi lubja-aluspinnasega liivastel aladel: nõlvadel, metsaservadel, aasadel, niitudel; ka suprasalinseil rannikuniitudel ning kuivadel uhtlammasadel, sageli suuremate kogumikkudena.



Estonia maritima orientalis, Karuse khk., Metsküla lääneserval asuval päikesepaistelisel nõlvakul, Matsalu lahe rannikult 0,5 km lõunas, suurte kogumikkudena. Saatjad (Companions): *Lathyrus pratensis*, *Vicia cracca*, *Galium verum*, *Campanula glomerata*.

This species reaches the western limit of its distribution on the Estonian islands. It readily grows on sandy soils with a limy underground: on slopes, along roads and the margins of forests, in meadows, etc.; sometimes the plant occurs in great colonies in the suprasaline belt of the maritime meadows as well as in dry riverside meadows.

Estonia maritima orientalis, parish of Karuse, in great colonies on a sunny verge near Metsküla, 0,5 km S. from the Matsalu bay.

6. VII 1934.

leg. E. Kumari.

174. *Plantago indica* Linné. — Liiv-teeleht.

[*P. arenaria* Waldstein et Kitaibel; *P. ramosa* (Gilib.)
Ascherson; *Psyllium ramosum* Gilibert.]

Kagupoolse päritolu psammofüüt, Eestis haruldase tulnukana.

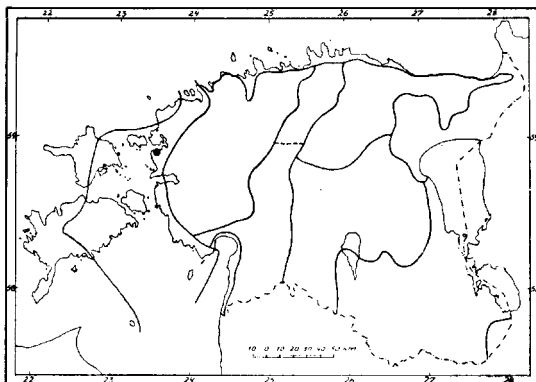
Estonia maritima orientalis, Ridala khk., raudteetammil 1 km Haapsalu raudteejaamast Rohuküla suunas. Esimesed andmed samast kohast a. 1923.

An introduced, rare psammophilous species, native to the South-East.

Estonia maritima orientalis, parish of Ridala, on the railroad embankment 1 km SWW. of Haapsalu; was for the first time observed in 1923.

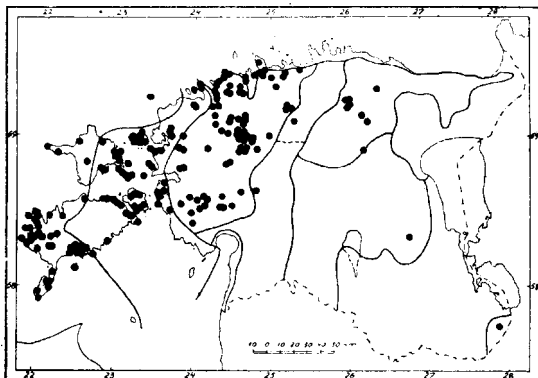
20. VIII 1934.

leg. Ellen Vilbaste.



175. *Asperula tinctoria* Linné. — Värv-varjulill.

Kaltsiifiline kuivuselembene liik, Eestis väga harilik ja rohke saarte ja mandri loodeosa loopealseil, paeklibust randvallidel, madalapõhjalise rühkpinnasega männimetsades, puisniitudel jne.; haruldasem lubjarikkal moreenpinnasel ja liivas- tel aladel.



Estonia inferior, Keila khk., Harku järve kohal niidul ja võsas.

A calciphilous species, very common and abundant on the islands and NW. of the Estonian mainland; it grows in dry alvars, thin-layered, limy *Pinus silvestris*

forests, wooded meadows, etc.; rarely also in moraine districts rich in lime and on sandy soils.

Estonia inferior, parish of Keila, in a meadow and bush by the Harku lake.

1. IX 1933.

leg. V. Sirgo.

175-a. *Asperula tinctoria* Linné. — Värv-varjulill.

Estonia inferior, Hageri khk., kirikla lähedal teeservadel.

Estonia inferior, parish of Hageri, along a roadside near the vicarage.

13. VII 1922.

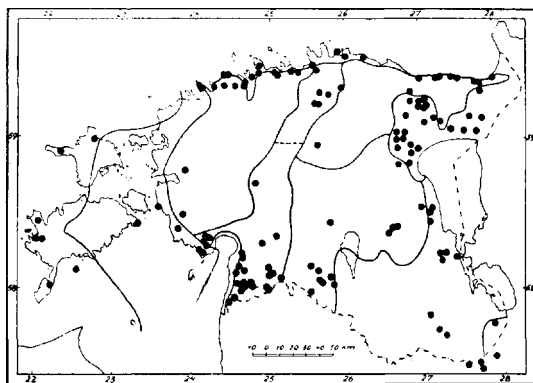
leg. P. W. Thomson.

176. *Asperula odorata* Linné. — Lõhnava varjulill.

Kohati ja harilikult hulgi huumuserikkais, niiskeis ja varjukais kuuse-segametsades ja paekalda alustes lehtmetsades, *Galeobdolon-Asperula-Asarum*'i unioonis.

Estonia maritima borealis, Jõelähtme khk., Viimsi pangaaluses lehtmetsas.

Spread in Estonia sporadically and usually abundant in humid and shady *Picea excelsa* mixed woods rich in humus, also in foliferous forests underneath the N. Estonian limestone cliffs; it belongs to the characteristics of the *Galeobdolon-Asperula-Asarum* union.



Estonia maritima borealis, parish of Jõelähtme, in deciduous forests by the cliffs of Viimsi.

11. VI 1933.

leg. Jutta Rebane.

177. *Asperula rivalis* Sibthorp et Smith. — Oja-varjulill.

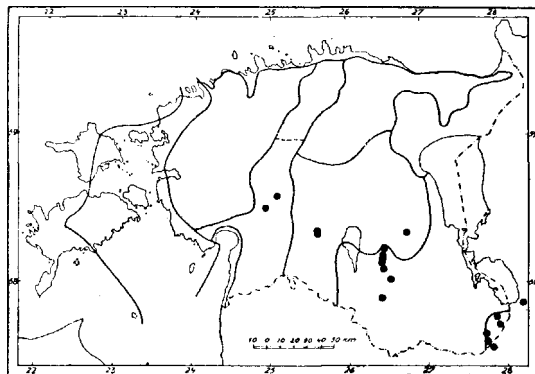
[*A. Aparine* M. Bieberstein, Schott.]

Eesti mandril (Eint) leviku loodepiiri omav, võrdlemisi haruldane liik.

Kasvab ojade ja jõgede niiskeil kaldail ja kalda-võsastikes ning jõesaartel.

Estonia media, Viljandijuures Uueveski orus, ojakaldal kasvavas lepa- ja paju-võsastikus.

A relatively rare species, reaching in Estonia (Eint) the NW. limit of its distribution. It grows on damp river-banks, in riverside bushes as well as on river-islets.



Estonia media, Uueveski at Viljandi, along the brookside shrubberies of *Alnus incana* and *Salices*.

22. VII 1933.

leg. W. J. Reinthal.

178. *Succisa pratensis* Moench f. *glabrata* Schultz. —

Peetri piibeleht.

[*S. praemorsa* Ascherson; *Scabiosa Succisa* Linné;
Scabiosa praemorsa Gilibert.]

Kogu Eestis võrdlemisi harilik liik; kasvab niiskeil niitudel ja puisniitudel, lodudes, lodumetsades, kuuse-segametsades, võsastikes jne., sageli ka rabastuval pinnasel ja sooniitudel.

Estonia inferior, Rapla khk., Jalase ja Lipstu küla vahel Sõbessoo. Saatjad (Companions): *Betula pubescens*, *B. nana*, *Molinia coerulea*, *Dryopteris cristata*.

Relatively common in Estonia, *S. pratensis* grows in damp meadows, wooded meadows, marshes, marshy woods, *Picea excelsa* mixed woods, shrubberies, etc., often even on boggy ground and in swampy meadows.

Estonia inferior, parish of Rapla, in the Sõbessoo swamp between the villages of Jalase and Lipstu.

25. VIII 1934.

leg. H. Aasamaa.

179. *Senecio vernalis* Waldstein et Kitaibel. — Kevade-ristirohi.

Antopohoorne, käesoleval ajal Kagu-Eestis liivastel aladel edasileviv taim. Kasvab harilikult avaihinguis raismikel, liivanurmedel, kraavikalistel, raudteel ja kergemullalistel põldudel.

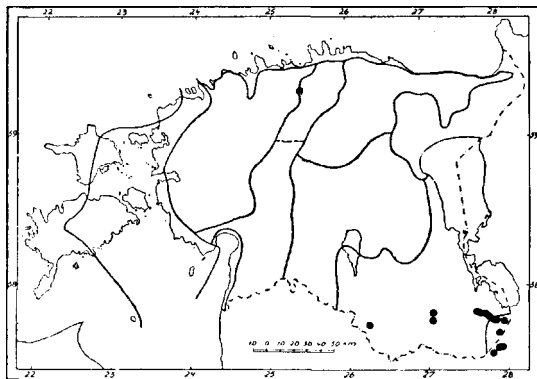
Estonia sarmatica, Vilo peatuskoha lähedal Petseri-Irboska raudteel.

An anthropochore species, at present in dispersion over the sandy soils of SE. Estonia. It grows ordinarily in the open vegetation of wood-clearings, on sandy plains, along ditches and railroads, as well as a weed on light arable land.

Estonia sarmatica, along the railroad-embankment of Petseri-Irboska, near Vilo.

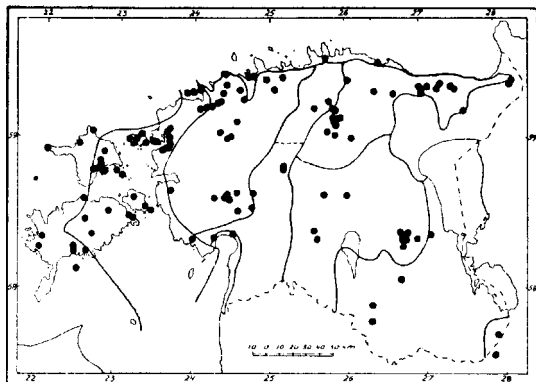
21. V 1933.

leg. K. Eichwald.



180. *Tragopogon pratensis* Linné. — Harilik piimjuur.

Antropohoorne, Eestis enam-vähem paiguti levinud liik; kasvab mõnikord hulgi niiskeil kuni kuivadel aasadel, teeservadel jne. — Käesolev materjal on selle liigi subsp. *eu-pratensis* Thellung.



Estonia media, Tartu, Raadi pargi päikesepaistelistes kohtades.

An anthropochore species, in Estonia dispersed more or less locally; it sometimes grows abundantly in damp as well as in dry meadows, along roadsides, etc. — The material available belongs to the subsp. *eu-pratensis* Thellung.

Estonia media, Tartu, in sunny places in the Raadi Park.

VII 1938.

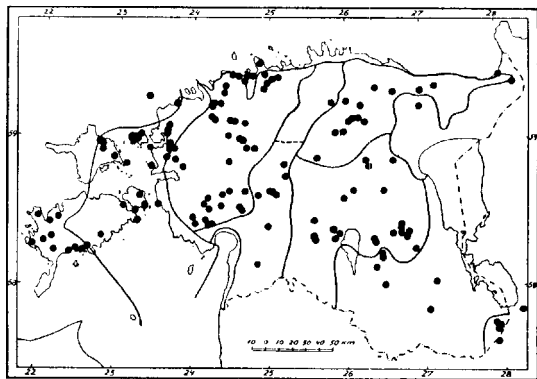
leg. E. Lepik ja Salme Käspert.

181. *Crepis praemorsa* (L.) Tausch. — Tõmpjuurene koertubakas.

Oma areaali põhjapiiril enam-vähem kogu Eestis esinev liik; kasvab paiguti hulgi niiskeil kui ka kuivemal niitudel ja puisniitudel, meeleldi lubjarikkamal pinnasel.

Estonia inferior, Keila khk., Harku ümbruses kuival lubjarikkal alvar-niidul.

Although on the northern boundary of its area, *C. praemorsa* nevertheless is spreading over the whole territory of Estonia: in places it grows abundantly in damp as well as in dry and wooded meadows, readily on calcareous soils.



Estonia inferior, parish of Keila, in a dry limy meadow upon alvar ground, in the neighbourhood of Harku.

13. VI 1934.

leg. A. Üksip.

182. *Lactuca muralis* (L.) Fresenius. — Jänessalat.[*Mycelis muralis* Reichenbach; *Cicerbita m.* Wallroth.]

Suuremate või vähemate levikulünkadega kogu Eestis; kasvab peamiselt varjukais, huumuserohkeis kuuse-segametsades ja kuusemetsades, harvemini lehtmetsa-saludes, põõsastikes, prügil jne.

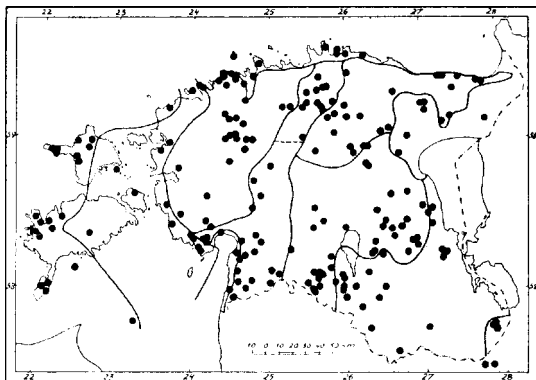
Estonia orientalis, Nõo khk., Vapramäe männi-kuuse segametsas. Saatjad (Companions): *Rubus idaeus*, *Pyrola secunda*, *Fragaria vesca*, *Goodyera repens*, *Satureja vulgaris*, *Lonicera xylosteum*, *Chamaenerium angustifolium*, *Crepis biennis*.

With frequent gaps, *L. muralis* is spread over the whole of Estonia; it inhabits the shady *Picea excelsa* and *P. exc.* mixed woods rich in humus; it is rarely found in deciduous groves and shrubberies, on rubbish, etc.

Estonia orientalis, parish of Nõo, in the *Pinus silvestris* — *Picea excelsa* wood at Vapramägi.

20. VII 1930.

leg. H. Salasoo.

**182-a. *Lactuca muralis* (L.) Fresenius. — Jänessalat.**[*Mycelis muralis* Reichenbach; *Cicerbita m.* Wallroth.]

Estonia inferior, Rapla khk., Ohukotsu vahtkonna riigimets Hiienurme põldude kohal, kuuskede all ühes saatja *Neottia nidus-avis*'ega.

Estonia inferior, parish of Rapla, in the *Picea excelsa* forest of Ohukotsu, accompanied by *Neottia nidus-avis*.

17. VIII 1934.

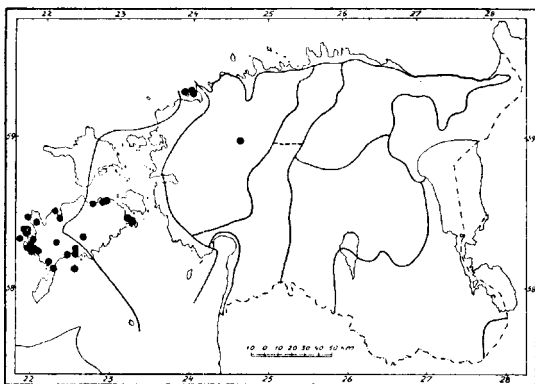
leg. H. Aasamaa.

183. *Taraxacum intercedens* Marklund.

Esineb peamiselt saarte (üks leiukoht tuntud ka mandril: Einf, Rapla khk.) halofiilsetel rannikuniitudel, niisketel niitudel, luidetevahelistes niisketes lohkudes jne. — Kuulub spontaansesse floorasse, väljaspool Eestit tuntud vaid Rootsi Ölandi saarelt.

Lit.: G. Marklund, Die *Taraxacum*-Flora Estlands. Acta Bot. Fenn. XXIII. 80 (1938).

Estonia maritima occidentalis, Kihelkonna khk., Pilguse vaimuhaigla ja Himmiste küla vahel alvari ülenjutatavail kohtadel.



Is found mainly on the Estonian islands (with a single habitat on the mainland, in Einf, parish of Rapla) in saltish maritime meadows, in damp meadows, in moist depressions of dunes, etc. — A spontaneous plant, outside Estonia known only in the isle of Öland, in Sweden.

Estonia maritima occidentalis, parish of Kihelkonna,

on temporarily flooded alvar-spots between the Lunatic Asylum in Pilguse and the village of Himmiste.

1. VI 1936 ja 30. V 1937.

leg. et comm. **B. Saarsoo.**

184. *Taraxacum xerophilum* Marklund.

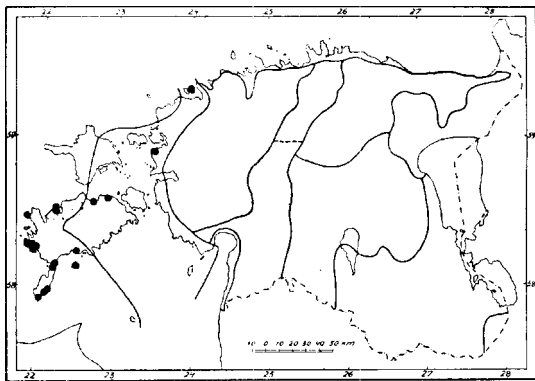
Senini ainult Bestist tuntud spontaane võilill. Esineb kaunis harva saarte ja mandri lääneranniku alvaritel, luidetel, suprasaliinsetel niitudel jne.

Lit.: G. Marklund, Die *Taraxacum*-Flora Estlands. Acta Bot. Fenn. XXIII. 87 (1938).

Estonia maritima occidentalis, Kihelkonna khk., Pilguse lahe ääres suprasaliinset alvaritaolisel niidul.

A spontaneous dandelion, till now known only on Estonian islands and the western littoral of the mainland. It is comparatively rare on alvars, dunes, in suprasaline meadows, etc.

Estonia maritima occidentalis, parish of Kihelkonna, in a suprasaline alvar meadow by the bay of Pilguse.



11. ja 21. V 1937.

leg. et comm. **B. Saarsoo.**

185. *Taraxacum obliquum* (Fr.) Dahlstedt. — Kiivas võilill.

Kasvab Eestis harva saarte ja mandri lääneranniku alvaritel, luidetel, suprasaliinsetel randniitudel jne.

Lit.: H. Dahlstedt, Om skandinaviska *Taraxacum*-former. Bot. Notiser 1905 p. 164.

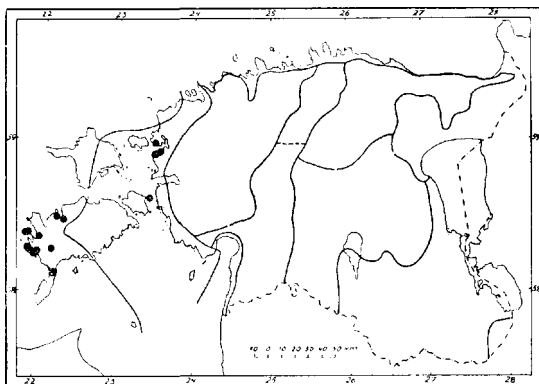
Estonia maritima occidentalis, Kihelkonna khk., Pilguse lahe ääres karjatatud suprasaliinsel alvaritaolisel niidul.

Confined in Estonia to the islands and the western littoral of the mainland, where it rarely grows on alvars, dunes, in suprasaline meadows, etc.

Estonia maritima occidentalis, parish of Kihelkonna, in a grazed suprasaline alvar-like meadow by the bay of Pilguse.

21/31. V 1937 ja 2. VI 1938.

leg. et comm. **B. Saarsoo.**



186. *Taraxacum balticum* Dahlstedt. — Balti võilill.

Sage saarte halofiilsetel randniitudel, harvemini ka niisketel niitudel ja puisniitudel, alvarite niisketes kohtades jne. Seni leitud Emoc, Emor, Einf, Lh.

Lit.: H. Dahlstedt, Om skandinaviska *Taraxacum*-former. Bot. Notiser 1905 p. 162.

Estonia maritima occidentalis, Kihelkonna khk., Pilguse juures halofiilsel randniidul, pillatult.

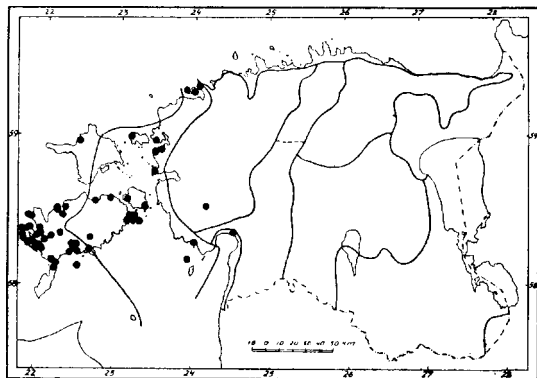
Frequent in the saltish maritime meadows of the Estonian islands, seldom in damp meadows and wooded

meadows, in damp localities of alvars, swamps, etc. As yet found in Emoc, Emor, Einf, Lh.

Estonia maritima occidentalis, parish of Kihelkonna, scattered in a salt meadow, not far from Pilguse.

6. VI 1933.

leg. et comm. **B. Saarsoo.**

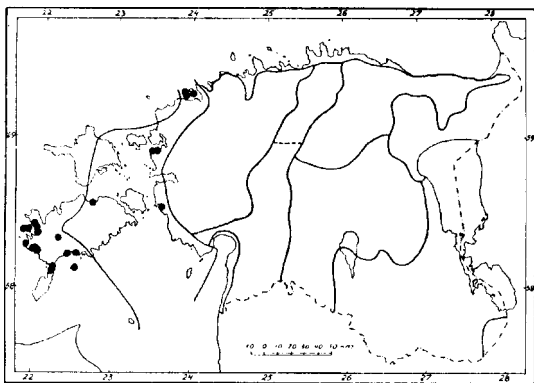


187. *Taraxacum decolorans* Dahlstedt.

[*T. palustre* (Ehrh.) Dahlst. subsp. *concolor* Dahlst.]

Esineb harva saarte ja mandri lääneranniku (Emoc, Emor) halofiilsetel niitudel, niisketil niitudel ja puisniitudel, alvarite madalamatel kohtadel jne. Iseloomulik on muude tunnuste kõrval värvilise triibu puudumine keelte välimisel pinnal, mis-

sugune näht ei esine ühelgi teisel senituntud Eesti võilillel.



Lit.: 1. H. Dahlstedt, *Taraxacum palustre* (Ehrh.) und verwandte Arten in Skandinavien. Arkiv för botanik VII. N:o 6 p. 14 (1907); 2. H. Dahlstedt, Om Ölands *Taraxacum* flora. Arkiv för botanik XIX. N:o 18 p. 8 (1925).

Estonia maritima occidentalis, Kihelkonna khk., Pilguse vaimuhaigla ja Himmiste küla vahel alvari ülejutatavail kohtadel.

Confined to the Estonian islands and the western littoral of the mainland (Emoc, Emor); it rarely is found in saltish maritime meadows, in low-situated alvars, etc. Besides other signs, the absence of the coloured streak outside the ligulate florets is characteristic, — a singular case amongst all the dandelions till now found in Estonia.

Estonia maritima occidentalis, parish of Kihelkonna, in temporarily flooded alvar spots between the Lunatic Asylum in Pilguse and the village of Himmiste.

29. V 1937.

leg. et comm. **B. Saarsoo.**

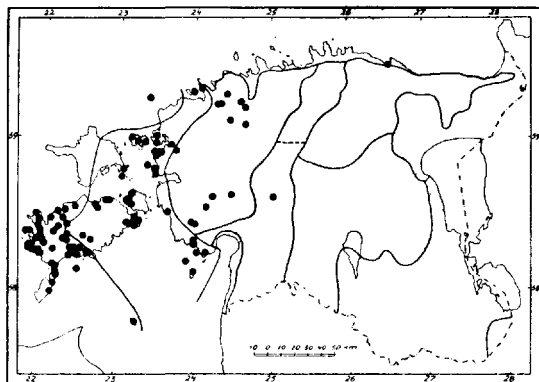
188. *Taraxacum palustre* (Ehrh.) Dahlstedt. — Soo-võilill.

Levinuim *Palustria*-rühma kuuluv võilill Eestis. Kasvab halofiilseil randniitudel, niiskeil niitudel ja puisniitudel, alvarite niiskemais kohtades, soodes jne. Senini leitud saartel ja mandri lääneosas. Esineb nii õietolmuta kui ka õietolmuga (harvemini) vormides; käesoleval vormil puudub õietolm tolmu-kottides.

Lit.: H. Dahlstedt, *Taraxacum palustre* (Ehrh.) und verwandte Arten in Skandinavien. Arkiv för botanik VII. N:o 6 p. 8 (1907).

Estonia maritima occidentalis, Kihelkonna khk., Pilguse juures halofiilsel randniidul, pillatult.

The most widely dispersed dandelion of the *Palustria* group in Estonia. It grows in salt maritime meadows as well as in damp meadows and wooded meadows, in the moist spots of alvars, in swamps, etc. Till now *T. palustre* has been found on the Estonian islands and the western part of the mainland. It is presented in forms with pollen and (seldom) without pollen; in the material available the anthers are without pollen.



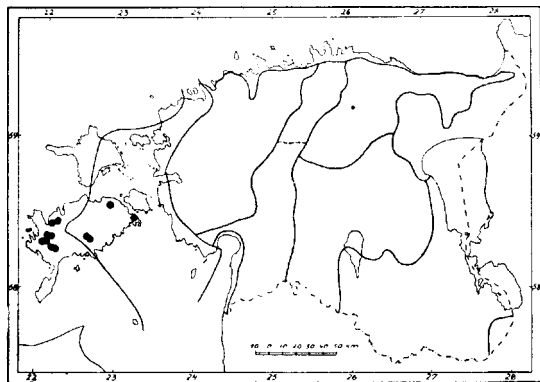
Estonia *maritima occidentalis*, parish of Kihelkonna, scattered in the saline meadows by Pilguse.

6. VI 1933.

leg. et comm. **B. Saarsoo.**

189. *Taraxacum praestans* Lindberg fil.

Ainus *Spectabilia*-rühma kuuluv võilill Eestis. Senini leitud vaid Saaremaal, kus kasvab harva kuuse-segametsades ja salu-lehtmetsades. Kuulub pärismaisesse floorasse.



Lit.: H. Lindberg, *Taraxacum*-former från södra och mellersta Finland. Acta Soc. F. Fl. Fenn. XXIX. No 9 p. 24 (1907).

Estonia *maritima occidentalis*, Kärle khk., Käesla ja Pühajõe vahel hõredas kuuse-segametsas. Saatjad (Companions): *Anemone nemorosa*, *Equisetum silvaticum*, *Aegopodium podagraria*, *Geum rivale*, *Filipendula ulmaria* jt.

This is the single *Taraxacum* from the *Spectabilia* group in Estonia. Till now found only in Saaremaa, where it rarely occurs in *Picea excelsa* mixed woods and in rich deciduous groves. It belongs to the spontaneous flora.

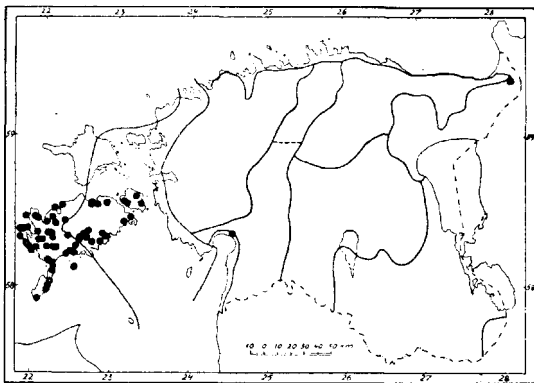
Estonia *maritima occidentalis*, parish of Kärle, in a thin *Picea excelsa* mixed wood between Käesla and Pühajõe.

12. VI 1938.

leg. et comm. **B. Saarsoo.**

190. *Taraxacum dilatatum* Lindberg fil.

Esineb tihti Lääne-Eesti suprasaliinsetel randniitudel, niitudel ja puisniitudel, alvaritel, parkides jne., kus kuulub spontaansesse floorasse.



Lit.: H. Lindberg, *Taraxacum*-former från södra och mellersta Finland. Acta Soc. F. Fl. Fenn. XXIX. No 9 p. 22 (1907).

Estonia maritima occidentalis, Kihelkonna khk., Katrimaa poolsaarel hõredas männikus. Saatjad (Companions): *Sesleria coerulea*, *Geum rivale*, *Filipendula ulmaria*, *Ranunculus acer*, *Taraxacum tenebricans* jt.

Occurs frequently on the W. Estonian islands, — in suprasaline maritime meadows, wooded meadows, alvars, parks, etc.; belongs to the spontaneous flora.

Estonia maritima occidentalis, parish of Kihelkonna, in a thin *Pinus silvestris* wood of the Katrimaa peninsula.

9. ja 21. VII 1938.

leg. et comm. B. Saarsoo.

191. *Carex paradoxa* Willdenow. — Iselaadne tarn.

Lubjalembene liik, harilik niiskeil puisniitudel, sooniitudel, lodudes, lodumetsades ning soistel kallastel.

Estonia media, Laiuse khk., Tooma Sookatsejaama ümbruses soisel niidul.

A calciphilous species, usual in damp wooded meadows, swampy meadows, marshes, marshy woods as well as on swampy shores here and there.

Estonia media, parish of Laiuse, in a swampy meadow near the Tooma Peat Research Station.

VI 1931.

leg. P. W. Thomson.

192. *Carex vulpina* Linné. — Rebastarn.

Kogu Eestis kohati niisketel niitudel, ärakuivavates väikestes lompides, kraavides, oja- ja jõekallastel, harilikult väikeste kogumikkudena.

Estonia media, Tartust 3—4 km Vorbuse suunas, raudtee ääres niidukraavis. Saatjad (Companions): *Carex caespitosa*, *Geum rivale*, *Salix rosmarinifolia*.

Occurs in Estonia locally and usually in little colonies in humid meadows, temporary ponds, ditches, as well as on many banks.

Estonia media, in ditches 3—4 km from Tartu to Vorbuse.

28. V 1930.

leg. H. Salasoo.

193. *Carex arenaria* Linné. — Liivtarn.

Liivalembene pseudoatlantiline liik; esineb Eestis enam-vähem avahinguna mereranniku luidetel ja liivanurmedel, vahel ka hulgi kuni massiliselt. Saarte sisemaa liivastes männimetsades (eriti Saaremaal) peaaegu eranditult steriilne.

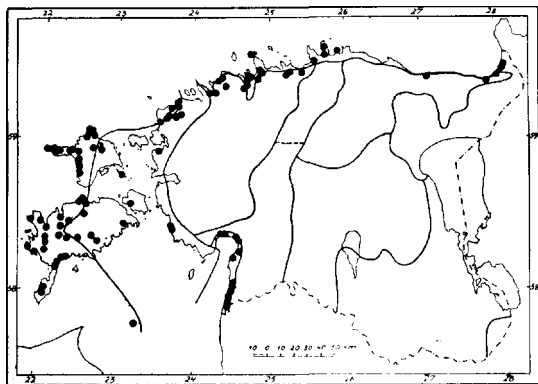
Litorale heademeesteense, Pärnu khk., Valgeranna (Doberani) kinnikasvanud liivaluutel.

A pseudo-atlantic psammophilous species; forms open vegetation on the maritime dunes and sea-sands; there it sometimes occurs even abundantly. On the islands (especially in Saaremaa) *C. arenaria* in the inside sandy *Pinus silvestris* forests is almost without exception found sterile.

Litorale heademeesteense, parish of Pärnu, on the overgrown maritime dunes of Valgeranna (Doberan).

13. VII 1934.

leg. P. Kaaret.



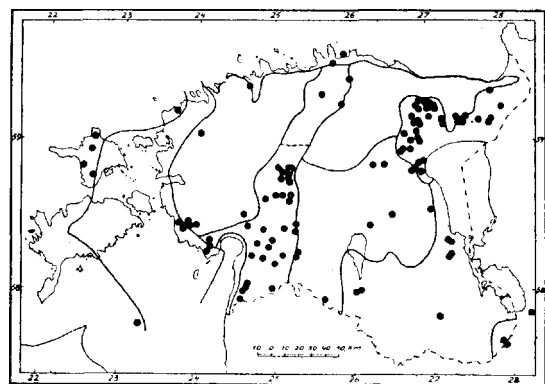
194. *Carex loliacea* Linné. — Lodutarn e. raiheinane t.

Idapoolse päritoluga liik, levinud peamiselt mandril, kus esineb kuuse-segametsades ja on sanglepa-kuuse-kase lodumetsade iseloomulikumaid liike.

Koos *Crepis paludosa*-ga moodustab viimastes erilise *Carex loliacea* — *Crepis paludosa* uniooni, arenedes eriti raiemikel massiliselt.

Alutagia, Lüganuse khk., Lümatu külast 6 km NO, lodumetsa raiemikul.

An eastern species, confined above all to the Estonian mainland; this is a characteristic species of the *Alnus incana* —



Picea excelsa — *Betula pubescens* marshy woods and is also found in some *Picea excelsa* mixed woods. In marshy woods this sedge accompanied by *Crepis paludosa*, builds a *Carex loliacea* — *Crepis paludosa* union and is usually found abundantly in wood-clearings.

Alutagia, parish of Lüg anuse, in a clearing in a marshy wood, 6 km NE. from the village of Lümatu.

22. VI 1936.

leg. A. Rühl.

195. *Carex canescens* Linné. — Hallikas tarn.

Apofüüt, kogu Eestis enam-vähem harilik veidi rabastuval pinnasel; kasvab kraavides, niisketel soistel niitudel ja puisniitudel, lodudes ja lodumetsades; moodustab niisketel teeservadel, raismikel ning sihtidel sageli massvegetatsiooni.

Estonia media, Tartu—Vorbuse vahel raudtee kraavis Valgeveski läheduses, umbes 2 km Tartust. Saatjad (Companions): *Carex elongata*, *C. vesicaria*, *Epilobium palustre*.

An apophytic species, in Estonia more or less common on slightly boggy ground; it grows in ditches, swampy meadows and wooded meadows, in marshes and marshy woods; along damp roadsides, in clearings, etc. it often builds large colonies.

Estonia media, in the railroad ditch between Tartu and Vorbuse, 2 km from Tartu.

28. V 1930.

leg. H. Salasoo.

196. *Carex elongata* Linné. — Pikk tarn.

Eestis eriti mandril sage; kasvab niisketes kuuse-segametsades, kuuse-sanglepa lodumetsades ning raismikel, lodudes, soistel niitudel, oja- ja kraavikallastel.

Estonia media, Tartu—Vorbuse vahel raudteekraavi ja Valgeveski juurde tuleva kraavi ühinemiskohal, umbes 2 km Tartust. Saatjad (Companions): *Carex vesicaria*, *C. canescens*, *Epilobium palustre*.

Especially common on the Estonian mainland; this sedge usually grows in damp *Picea excelsa* mixed woods, in *P. excelsa* — *Alnus glutinosa* marshy woods and clearings, in marshes, swampy meadows, as well as along brooks and ditches.

Estonia media, in a railroad-ditch between Tartu and Vorbuse, ca 2 km from Tartu.

28. V 1930.

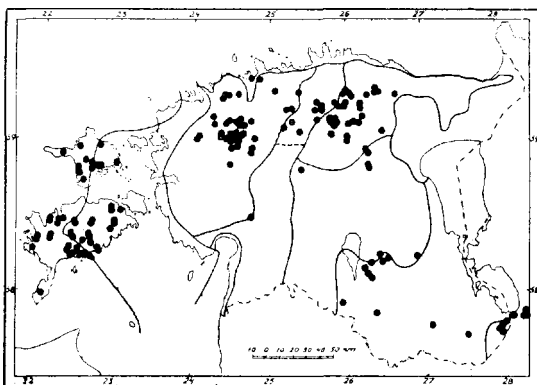
leg. H. Salasoo.

197. *Carex montana* Linné. — Mägitarn.

Levinud eriti Saaremaa ja mandri põhjapoolsema osa lubjarikkail, kuivadel tamme-puisniitudel ja hõredais lehtmetsades. Harva Lõuna-Eesti rohis-
tunud moreenkinkudel, niitudel jne. Ida-Eesti on selle liigi Euroopa areaali kirdepiiril.

Estonia superior, Rakvere lähedal Rakvere tammikus. Saatajad (Companions): *Quercus robur*, *Corylus avellana*, *Lonicera xylosteum*, *Orobus vernus*, *Stellaria holostea*, *Aquilegia vulgaris*.

Widespread and common especially in the N. of the Estonian mainland and on the island of Saaremaa, in dry limy *Quercus robur* wooded meadows and thin foliferous forests. Rarely on S. Estonian grassy moraine hillocks, in meadows, etc. — In E. Estonia lies the NE. boundary of the European area of this species.



Estonia superior, in the *Quercus robur* forest of Rakvere.
2. VI 1935. leg. **Selma Kaaber.**

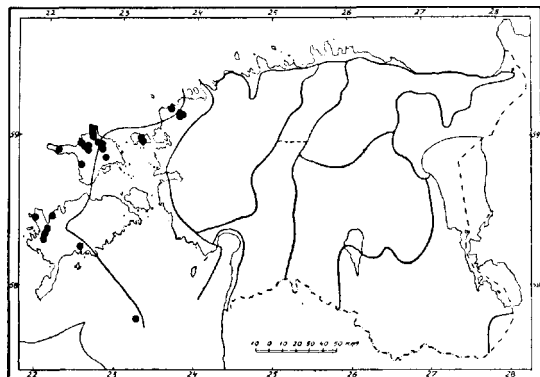
198. *Juncus supinus* Moench. — Madal luga.

[*Juncus bulbosus* Linné.]

Eesti lääneosas (E m o c, E m o r) levinud haruldane pseudo-atlantiline liik. Kasvab harilikult ajuti üleujutatavail liivaseil või mudaseil järvekaldail, soostunud mudal jne. Esitatud materjal on lähedane selle liigi vormile

f. *pygmaeus* [= *J. supinus* δ. *pygmaeus* Marsson].

Estonia maritima orientalis, Vormsi saar, Hullo ja Sviby vahel Hestenge niidu lähedal mudasel kohal, cop.



A pseudo-atlantic species, rare in Estonia and confined to the western part of the territory (E m o c, E m o r). It usually grows on muddy or sandy flooded shores, in

swampy ponds, etc. — The material at hand is similar to the f. *pygmaeus* of this species [= *J. supinus* δ. *pygmaeus* Marsson].

Estonia maritima orientalis, the isle of Vormsi, on muddy ground between the villages Hullo and Sviby.

9. VIII 1934.

leg. **G. Vilbaste.**

199. *Polygonatum officinale* Allioni. — Harilik kuutõverohi.

[*Convallaria Polygonatum* Linné.]

Kogu Eestis harilik taim; kasvab kuivades liivastes männimetsades, hõredamais segametsades ja sarapikkudes, puisniitudel, loopealseis kadarikes, kinkudel, kinnistunud luidetel jne.

Alutagia, Iisaku khk., Pootsikult kirdes, raba läbiva liivaseljaniku lõunapoolsel nõlval, kuuse-männi segametsas. Saatjad (Companions): *Antennaria dioica*, *Solidago virga-aurea*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *Convallaria majalis*, *Majanthemum bifolium* jt.

A common plant in Estonia; it grows in dry sandy barrens with *Pinus silvestris*, in thin mixed woods, in *Corylus avellana* shrubberies, wooded meadows, in *Juniperus communis* bushes on alvar ground, on hillocks, overgrown dunes, etc.

Alutagia, parish of Iisaku, NE of Pootsiku, in a *Picea excelsa* — *Pinus silvestris* forest on the southern slope of a sandy ridge.

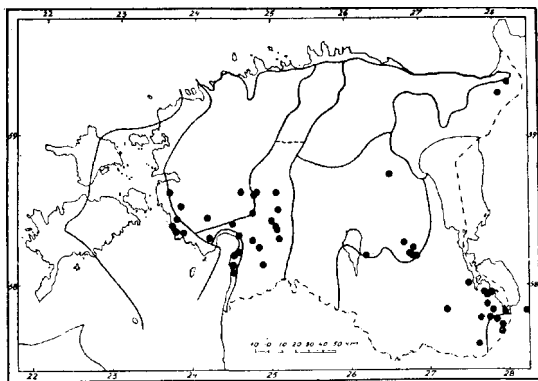
12. VI 1932.

leg. H. Salasoo ja A. Vaga.

200. *Gladiolus imbricatus* Linné. — Väikeseõiene kuremõõk, niit-k.

Eesti mandril läänepiiri omav kontinentaalne liik; esineb kohati ja vahel hulgi kuivemal kui ka niiskemal niitudel ja puisniitudel, põõsastikes, uhtlamm-

niitudel, harva ka mere-ranniku suprasaliinseil niitudel, ning põldudel.



Estonia sarmatica, Irboska alevist 4 km lõunas, Kilski lähedal põõsastikus.

A continental species, with the western boundary of its distribution in Estonia. *G. imbricatus* is found locally and often abundantly in dry as well as in damp meadows and wooded meadows, in

shrubberies, flooded riverside meadows; rarely in the suprasaline belt of the maritime meadows and on arable land.

Estonia sarmatica, in the shrubberies near Kilski, 4 km S of Irboska.

26. VI 1936.

leg. A. Gahov.

200-a. *Gladiolus imbricatus* Linné. — Väikeseõiene kuremõõk, niit-k.

Estonia maritima orientalis, Varbla khk., Haapsi külast 0,5 km SSO asuva puisniidu rõskel, savikal, kruusapõhjaga pinnasel. Saatjad

(Companions): *Pinus silvestris*, *Betula pubescens*, *Alnus glutinosa*, *Rhamnus cathartica*, *Deschampsia caespitosa*, *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca rubra*, *Nardus stricta*, *Potentilla erecta*, *Scorzonera humilis*, *Geum rivale*, *Ulmaria filipendula*, *Hieracium pilosella*.

Estonia maritima orientalis, parish of Varbla, 0,5 km SSE. from the village of Haapsi, in a damp, loamy wooded meadow on gravelly underground.

6. VII 1936.

leg. **Selma Kaaber.**

ANDMEID EESTI KLIIMAST

K. KIRDE

WITH A SUMMARY:
DATA ABOUT THE CLIMATE OF ESTONIA

TARTU 1939

Käesolev töö sisaldab üksikasju Eesti kliima elementidest selles ulatuses, nagu seda võimaldavad Eesti pindalal toimetatud meteoroloogilised vaatlused. Uurimismaterjalina on kasutatud nii Eesti iseseisvuse kui ka Vene valitsuse ajal tehtud meteoroloogilisi vaatlusi alates 1866. aastast, millal prof. A. von Oettingen'i poolt asutati Tartu Ülikooli juurde Meteoroloogia Observatoorium ja hakati trükis avaldama observatooriumi vaatlusi. Ka enne seda on tehtud Eesti territooriumil lünklikke meteoroloogilisi vaatlusi, mis aga käesolevas töös on jäetud kasutamata, sest et neis puuduvad andmed vaatlustähtaegade ja tarvitusel olnud vaatlusriistade kohta.

Käesolevas uurimuses on antud kuu ja aasta keskmised üksikute meteoroloogiliste elementide kohta ühes sinna juurde kuuluvate keskmiste päevade arvudega ja teiste andmetega koos selgitavate joonistega. Kliimat iseloomustavate omaduste järgi kuulub Eesti pindala ülemineku-piirkonda Euroopa läänepoolsest maritiimse kliima valdkonnast Ida-Euroopa kontinentaalsesse valdkonda.

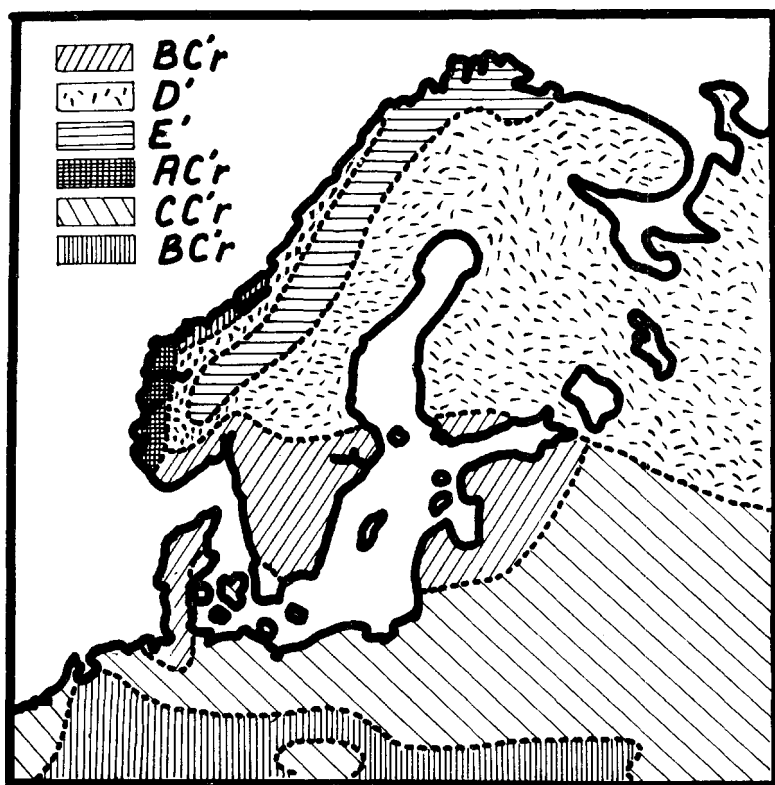
Kliima-valdkondade piiristust on uurinud paljud eriteadlased, kelle poolt on koostatud vastavad kaardid kogu maakera kohta. Et teatud maakoha kliimaolusid võib iseloomustada mitmelt vaatekohalt, esinevad kliima-valdkondade piirjoontes suuremad või vähemad erinevused, mis on tingitud sellest, millist meteoroloogilist elementi on eelistatud nende määramisel.

Allpool on lühidalt käsitletud kliima-valdkondi Baltoskandias Thornwaite'i, Gorczyński, Köppen'i ja Nehls'i järgi. Thornwaite'i ¹⁾ kliimaliigituse järgi kuulub kogu Eesti pindala koos Lõuna-Soome, Lõuna-Skandinaavia ja Läti läänepoolsete osadega niiskesse mikrotermaalsesse kliima-valdkonda, sademetega kõigil aasta-

¹⁾ The Climates of the Earth, C. Warren Thornwaite, Geographical Review, July 1933.

aegadel. Alljärgneval joonisel nr. 1 on antud kliima-valdkondade jaotus Thornwaite'i järgi Baltoskandias.

Joonisel leiduvad tähed näitavad: E' — tundrakliima, D' — taigakliima, AC'r — märg mikrotermaalne kliima sademetega



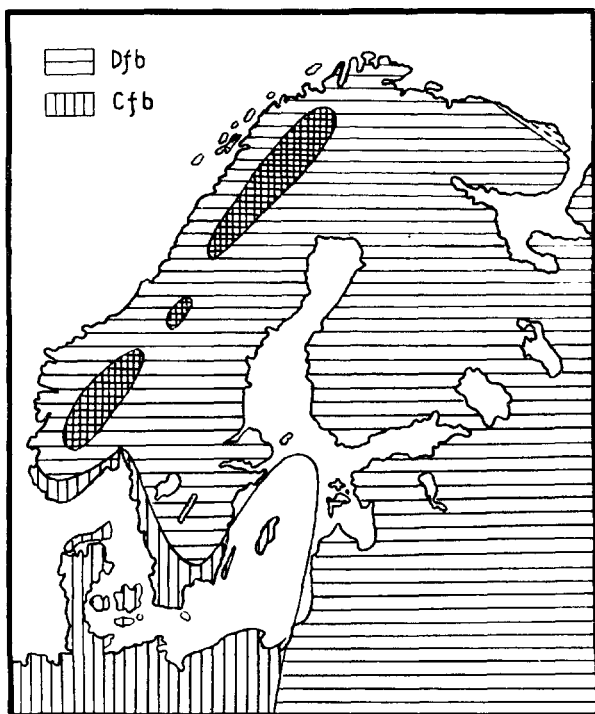
Joonis nr. 1. Kliima-valdkonnad Baltoskandias Thornwaite'i järgi.

kõigil aastaaegadel, BC'r — niiske mikrotermaalne kliima sademetega kõigil aastaaegadel, CC'r — subhumiidne mikrotermaalne kliima sademetega kõigil aastaaegadel.

Köppen'i ¹⁾ järgi kuulub Baltoskandia peale kitsa rannikuriba Skandinaavias boreaalkliima piirkonda, mille iseloomustavaks tunnuseks on küllaldane sademete hulk kõigil kuudel, niiske ja külm talv, kusjuures suvekuudel vähemalt nelja kuu keskmine

¹⁾ W. Köppen, Die Klimate der Erde.

temperatuur ületab $+10^{\circ}$, kõige soojema kuu keskmine temperatuur ei küüni $+22^{\circ}$.



Joonis nr. 2. Kliima-valdkonnad Köppen'i järgi.

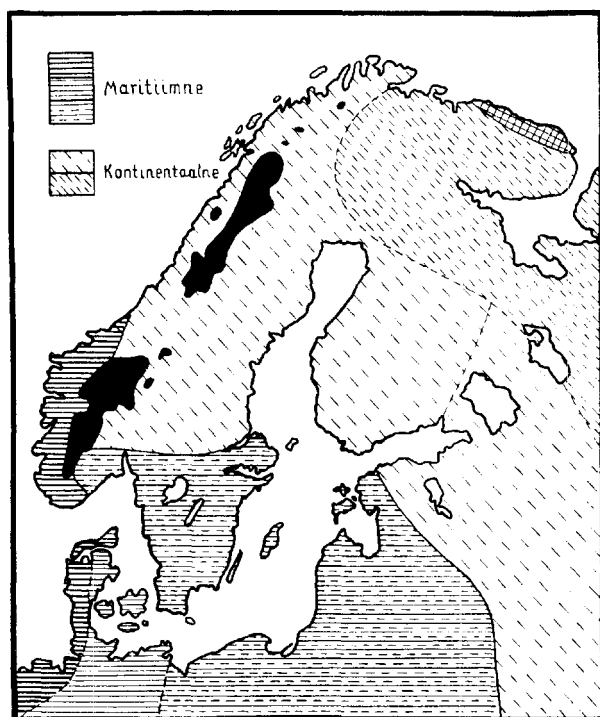
Köppen'i järgi erineb Ida-Euroopa kliima (Dfb) Lääne-Euroopa ja Inglise saarestiku kliimast (Cfb) selle poolest, et esimeses kõige külmema kuu keskmine temperatuur on madalam -3° .

Gorczyński¹⁾ poolt koostatud kliimakaardi (joonis nr. 3) erinevuseks on asjaolu, et siin osa Balti riikide pindalast ühes Kesk-Euroopaga ja Lõuna-Rootsiga on viidud ühe kliima-valdkonna alla, mille idapoolne piirjoon läbib Eestit Tallinna—Valga suunas. Selle valdkonna tunnusteks on üldiselt maritiimse kliima iseloom ja mõõdukas temperatuur.

¹⁾ W. Gorczyński, Decimal Scheme of World's Climates with adaptation to Europe, 1934.

Käesoleva töö autori arvates on Gorczynski kliimajaotus kõige enam kooskõlas Eesti pindalal esinevate kliima-iseärasustega.

Lõpuks olgu meenutatud kliimajaotus Läänemere piirkonnas Nehls'i ¹⁾ järgi, mis kliima-valdkondade piiristamise kui ka läbitöötamise meetodi suhtes jätab nii mõndagi soovida. Nagu järg-

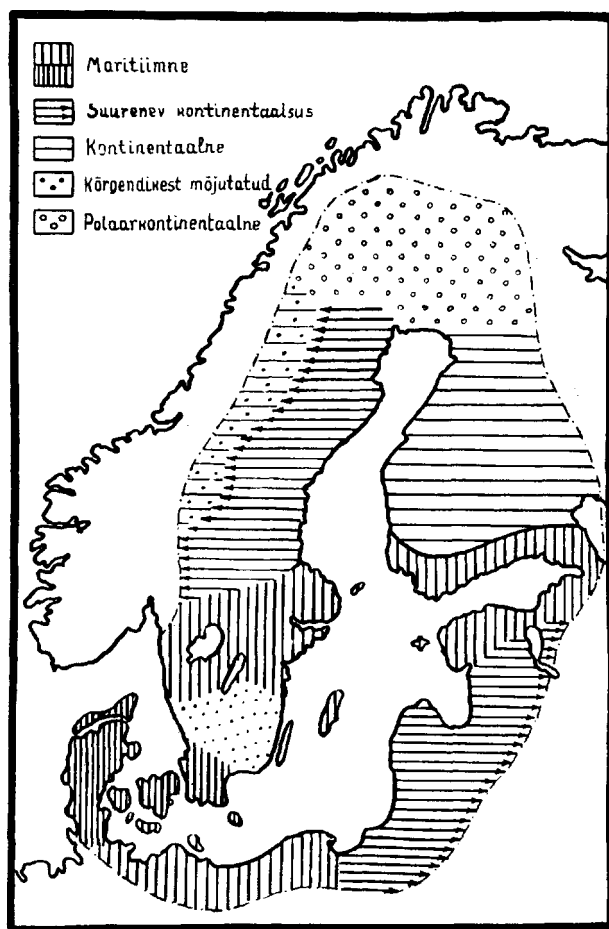


Joonis nr. 3. Kliima-valdkonnad Gorczynski järgi.

nevast joonisest (joonis nr. 4) selgub, on mahutatud ühte kliima-piirkonda Hiiumaa ja Soome lahe idaranniku maaalad, mis tunduvalt erinevad teineteisest peaaegu kõigi meteoroloogiliste elementide poolest. Samuti pole alust eri kliima-piirkondadeks lahutada Põhja- ja Lõuna-Eestit, mille vahejoon jookseb Peipsi lahe põhjarannikult sirgjooneliselt Pärnuni.

¹⁾ Dr. E. Nehls, Das Klima des Ostseegebietes, 51/52. Jahrbuch der Pommerschen geographischen Gesellschaft, Sitz Greifswald (1933/34).

Ülevaate saamiseks õhutemperatuuri olude erinevuse kohta Baltoskandia ja teda ümbritsevate maaalade kliima-valdkondade vahel on tab. nr. 1 antud aastased keskmised õhutemperatuurid



Joonis nr. 4. Kliima-valdkonnad Nehls'i järgi.

ja kõige soojema ja kõige jahedama kuu keskmised temperatuurid pikaajalistest vaatlustest rea vaatlusjaamade kohta.

Üksikute jaamade keskmiste õhutemperatuuride võrdlus näitab suuremaid lahkuminekuid Eesti jaamade ja enam-vähem samal laiusel asuvate Lääne- kui ka Ida-Euroopa jaamade vahel.

Tabel nr. 1.

Vaatluskohtade keskmised aasta, soojema ja jahedama kuu temperatuurid C°.

V a a t l u s k o h a n i m i	Aasta keskmine temperatuur C°	Soojema kuu keskmine t. C°	Jahedama kuu keskmine t. C°
Tallinn (Kadriorg)	4.6	16.4 VII	— 5.8 II
Tartu	4.7	17.1 VII	— 6.5 II
Vilsandi	6.0	16.3 VII	— 3.2 II
Stokholm	5.6	16.6 VII	— 3.5 II
Hammerfest	1.9	11.8 VII	— 5.2 I
Haaparanda	0.3	15.0 VIII	— 11.9 II
Vardö	— 0.9	15.5 VIII	— 12.0 II
Skudenes	7.4	14.4 VIII	1.4 II
Kopenhaagen	7.7	16.6 VIII	— 0.1 II
London	9.8	17.3 VII	3.4 I
Aberdeen	7.8	13.7 VII	3.2 I
Pariis	10.3	18.6 VII	2.5 I
Marseille	13.8	22.3 VII	6.3 I
Berliin	8.6	18.0 VII	— 0.7 I
Hamburg	8.3	16.9 VII	— 0.3 I
Viin	9.2	19.6 VII	— 1.7 I
Zürich	8.5	18.4 VII	— 1.4 I
Budapest	9.9	21.3 VII	— 2.1 I
Varssavi	7.3	18.8 VII	— 3.4 I
Arhangelsk	0.3	15.8 VII	— 13.7 I
Moskva	3.9	18.9 VII	— 11.0 I

See on põhjustatud ühelt poolt Ida-Euroopa suurema kontinentaalsusega, teiselt poolt aga Golfi hoovuse mõjuga Lääne-Euroopa rannikumaadele, kus selle tõttu on ülekaalus maritiimse kliima tunnused.

I Õhutemperatuuri olud Eestis.

Õhutemperatuuri vaatluste läbitöötamisel on võetud aluseks Tartu Ülikooli Meteoroloogia Observatooriumi vaatlused, mis algavad 1866. aastaga. Eesti territooriumil asuvate teiste vaatlusjaamade vaatlustest on kasutatud ainult neid, kus vaatlusi on toimetatud vähemalt 5 aastat. Tab. nr. 2 on antud 70-aastasele ajavahemikule (1866—1935) taandatud tõelised kuu ja aasta keskmised õhutemperatuurid 27 jaamast.

Järgnevas tabelis nr. 3 leiduvad vaatlusjaamade koordinaadid, kõrgus merepinnalt, aastad, millal on vaatlusi tehtud, ja lõpplahtris selle jaama nimi, mille vaatluste järgi on toimunud keskmiste taandamine 70-aastasele ajavahemikule. Üldiselt tuleb tähendada, et kõigis jaamades on olnud instrumentide asetus kui

ka vaatluste tegemine rahuldav ja pole olnud erinevusi vaatlus-aegade suhtes. Temperatuuri kui ka teisi meteoroloogilisi vaatlusi on toimetatud kolm korda päevas: kell 7, 13 ja 21 kohaliku aja järgi.

Tabel nr. 2.

Kuu ja aasta tõelised keskmised temperatuurid, taandatud 70-aastasele ajavahemikule (1866—1935).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tallinn I (Lasnam.)	-5.4	-5.8	-3.2	2.4	8.3	13.2	16.4	15.0	11.1	5.7	0.8	-3.8	4.6
Tallinn II (sadam)	-4.8	-5.2	-2.5	2.9	8.8	13.7	17.0	15.8	11.6	6.3	1.4	-3.2	5.2
Tartu	-6.4	-6.5	-3.0	3.7	10.1	14.7	17.1	15.3	10.7	5.0	-0.2	-4.6	4.7
Pärnu	-5.4	-5.6	-2.9	3.3	9.8	14.5	17.2	15.8	11.6	6.3	1.0	-3.7	5.2
Vilsandi	-2.4	-3.2	-1.5	3.0	7.8	12.6	16.3	16.1	12.6	7.7	3.3	-0.7	6.0
Pakri	-4.5	-5.0	-2.7	2.1	7.1	12.1	16.0	15.3	11.7	6.5	1.7	-3.0	4.8
Sörve	-2.6	-3.4	-1.7	2.3	7.6	13.0	16.4	16.0	12.7	8.0	3.3	-0.3	5.9
Narva-Jõesuu	-6.7	-7.2	-3.9	2.8	9.3	14.2	17.4	16.0	11.5	5.5	0.3	-4.8	4.5
Vaindlo	-4.4	-5.7	-3.5	0.8	5.5	11.4	15.8	15.7	11.9	6.6	2.0	-2.3	4.5
Kuusiku	-5.8	-6.4	-3.3	3.1	9.7	14.2	16.8	15.0	10.7	5.4	0.5	-4.2	4.6
Vigala	-5.4	-5.6	-2.9	3.4	9.8	14.1	16.8	15.3	11.1	5.7	0.8	-3.8	4.9
Paldiski	-4.6	-5.2	-2.7	2.4	8.0	12.6	16.1	15.1	11.4	6.3	1.6	-3.0	4.8
Jäneda	-6.5	-6.9	-4.0	2.5	8.8	13.8	16.5	14.5	10.0	4.5	-0.6	-4.3	4.0
Olustvere	-6.3	-6.5	-3.4	3.1	9.4	14.1	16.6	14.7	10.3	4.8	-0.4	-4.4	4.3
Tooma	-6.8	-7.0	-3.9	2.9	9.3	14.1	16.6	14.6	10.1	4.5	-0.6	-4.7	4.1
Polli	-6.1	-6.1	-3.1	3.3	9.6	14.2	16.6	14.7	10.4	5.1	-0.3	-4.5	4.5
Tiirikoja	-6.6	-7.1	-4.0	2.0	8.3	14.4	17.1	15.3	10.6	5.1	-0.2	-4.4	4.2
Viljandi	-6.3	-6.2	-3.4	3.2	10.0	14.7	17.2	15.4	10.8	5.4	-0.1	-4.6	4.7
Lüganuse	-6.5	-6.9	-3.4	2.8	8.3	12.8	15.6	14.2	10.2	4.5	-0.6	-4.4	3.9
Rakvere	-6.9	-7.2	-3.3	2.3	7.9	12.7	15.9	14.2	10.1	4.7	-1.1	-4.9	3.7
Suure-Jaani	-6.6	-6.9	-3.9	2.6	8.5	13.2	15.9	14.1	10.0	4.4	-0.9	-4.9	3.8
Jõgeva	-7.0	-7.3	-4.2	2.8	9.3	14.1	16.4	14.5	10.0	4.5	-0.7	-5.0	4.0
Võru	-6.5	-6.7	-3.2	3.8	10.3	14.7	16.9	15.1	10.7	5.1	-0.2	-4.9	4.6
Kunda	-6.2	-6.5	-3.4	2.6	8.8	13.7	16.8	15.1	10.9	5.4	0.3	-4.2	4.4
Haapsalu	-5.1	-5.5	-2.8	2.4	8.9	13.6	16.8	16.0	11.4	6.0	1.3	-3.4	5.0
Ristna	-3.2	-3.9	-2.0	2.6	8.0	13.0	16.4	15.5	11.7	6.8	2.4	-1.8	5.5
Tahkuna	-3.2	-3.4	-1.8	2.6	7.0	12.4	16.0	15.7	12.2	7.2	2.7	-1.6	5.5

Tõeliste keskmiste temperatuuride leidmiseks on Tartu, Tallinna ja Vilsandi jaama jaoks arvutatud termograafi andmete järgi otseselt kuude ja aasta õiendused, mis liidetuna kolmest tähtajalisest vaatlusest [$\frac{1}{3} (t_7 + t_{13} + t_{21})$] määratud keskmisega annavad 24-tunnilise, s. o. tõelise keskmise temperatuuri. Nimetatud õiendused Tartu, Tallinna ja Vilsandi kohta on antud tabelis nr. 4.

Arvestades seda asjaolu, et üksikute jaamade kõrguste vahed ei ole suhteliselt kuigi suured, ei ole temperatuuri keskmisi taandatud merepinnale. Alates 1920. aastast on kõigis jaamades toimetatud õhutemperatuuri vaatlusi inglise onnidesse asetatud

psühhromeetriga 2 m kõrgusel maapinnast. Eelmistel aastatel on olnud selle poolest lahkuminekuid. Nii mõõdeti Tartus alates 1894. a. kuni 1925. a. õhutemperatuuri 9 m kõrgusel maapinnast aknast välja lükatava Assmann'i psühhromeetriga. Sel viisil tekkinud temperatuurivahe kõrvaldamiseks on korraldatud normaal-

Tabel nr. 3.

Andmeid töös kasutatud meteoroloogiliste jaamade kohta.

	Laius φ	Pikkus λ	Kõrgus mere- pinnalt	Vaatlus- aastate arv	Millise jaama järgi taandatud 70-aas- tasele perioodile
Tallinn I (Lasnamägi)	59° 26'	24° 48'	45	34	Helsinki
Tallinn II (sadam)	59° 26'	24° 46'	3	51	Tallinn I
Tartu	58° 23'	26° 43'	65	70	
Pärnu	58° 23'	24° 30'	10	55	Tallinn I
Vilsandi	58° 23'	21° 49'	7	48	"
Pakri	59° 23'	24° 02'	24	50	"
Sõrve	57° 55'	22° 04'	3	33	Vilsandi
Narva-Jõesuu	59° 28'	28° 02'	4	38	Tallinn I
Vaindlo	59° 46'	26° 19'	4	11	"
Kuusiku	58° 58'	24° 44'	61	10	"
Vigala	58° 47'	24° 14'	32	12	"
Paldiski	59° 21'	24° 04'	14	46	Tallinn II
Jäneda	59° 15'	25° 43'	79	14	Tartu
Olustvere	58° 33'	25° 34'	76	14	"
Tooma	58° 52'	26° 16'	83	16	"
Polli	58° 08'	25° 33'	85	10	"
Tiirikoja	58° 52'	26° 57'	31	12	"
Viljandi	58° 22'	25° 35'	92	11	Pärnu
Lüganuse	59° 22'	27° 03'	34	7	Tartu
Rakvere	59° 21'	26° 22'	74	5	"
Suure-Jaani	58° 32'	25° 28'	64	8	"
Jõgeva	58° 46'	26° 24'	66	12	"
Võru	57° 50'	27° 01'	76	12	"
Kunda	59° 31'	26° 33'	43	14	Tallinn II
Haapsalu	58° 57'	23° 32'	3	13	"
Ristna	58° 55'	22° 12'	65	36	"
Tahkuna	59° 06'	22° 35'	3	8	Tallinn I

tingimustes paralleelvaatlusi, mille järgi leitud õiendus on võetud arvesse Tartu temperatuuri keskmiste arvutamisel.

Tabel nr. 3 näitab suuri lahkuminekuid üksikute jaamade vaatluste kestuse vahel. Vastavalt sellele on ka lühema ajavahe-
mikuga jaamade andmete kaal suhteliselt vähem pikaajaliste vaatlus-
jaamade kaalust. Edasi tuleb märkida, et linnades asuvate met.-
jaamade keskmised õhutemperatuurid on suhteliselt liiga kõr-
ged. See nähtus on seletatav linnaelamute takistava mõjuga õhu-
vooludele eriti maapinna läheduses, mille tagajärjel on õhutempe-

ratuur linnalistes keskustes kõigil kuudel natuke kõrgem kui kaudgemal ümbruses. Heaks näiteks on selle poolest Tallinna Lasnamäe ja Tallinna Sadama jaama keskmised temperatuurid. Et Lasnamäe jaam asub võrdlemisi lagedal väljal, Sadama jaam aga sadama-piirkonnas, mis on tihedalt ümbritsetud ehitistega, on Sadama jaama keskmised temperatuurid kõigil kuudel 0.5—0.6°

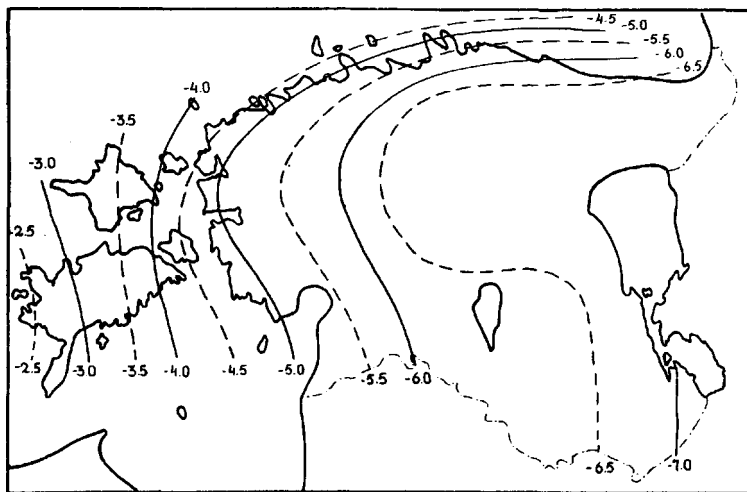
Tabel nr. 4.

24-tunnilistest ja 3-tunnilistest vaatlustest arvatud kuu ja aasta keskmiste temperatuuride vahed.

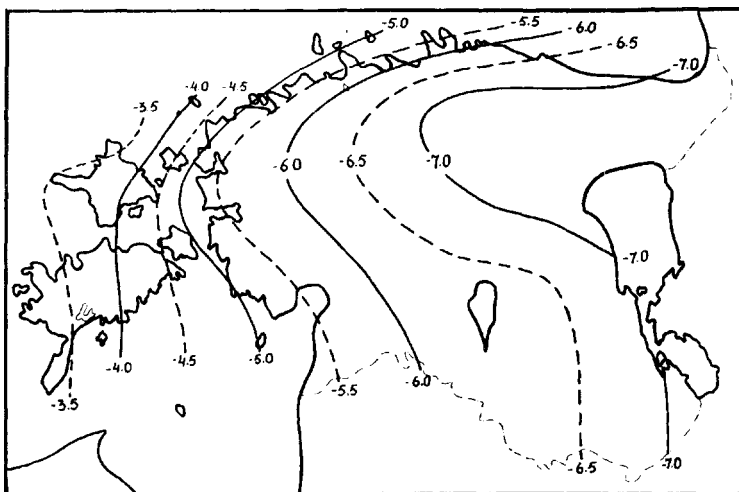
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aas
Tartu	−0.09	−0.10	−0.03	−0.09	−0.21	−0.36	−0.45	−0.22	−0.09	−0.03	−0.03	−0.06	−0.15
Tallinn	−0.08	−0.08	0.01	−0.10	−0.36	−0.49	−0.48	−0.24	−0.12	−0.12	−0.12	−0.02	−0.18
Vilsandi	0.02	−0.09	−0.02	−0.17	−0.19	−0.26	−0.19	−0.10	−0.05	−0.10	−0.06	−0.01	−0.10

kõrgemad. Sellepärast on 1920 aastast alates toimetatud meteoroloogilisi vaatlusi ainult Lasnamäel. Linna mõju tõttu on nähtavasti veel Tartu, Pärnu, Haapsalu, eriti aga Viljandi keskmised õhutemperatuurid natuke kõrgemad samadel kohtadel normaalingimustes mõõdetud temperatuuridest.

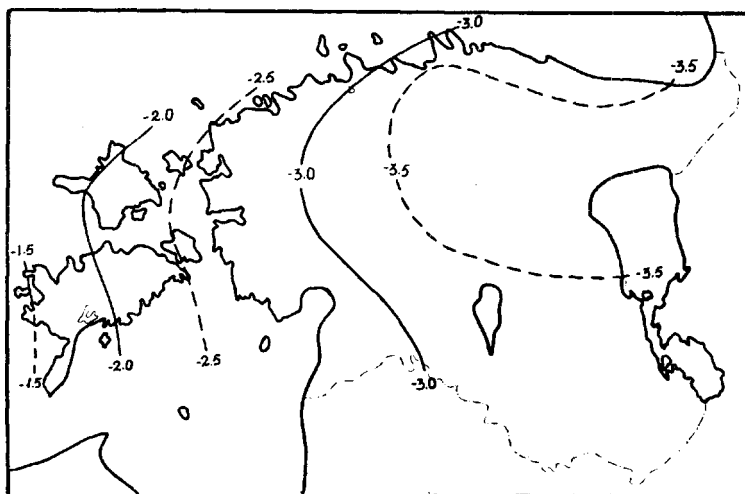
Järgnevatel joonistel on antud kuude- ja aasta-isotermid C° täis- ja poolkraadide järgi Eesti maaala kohta.



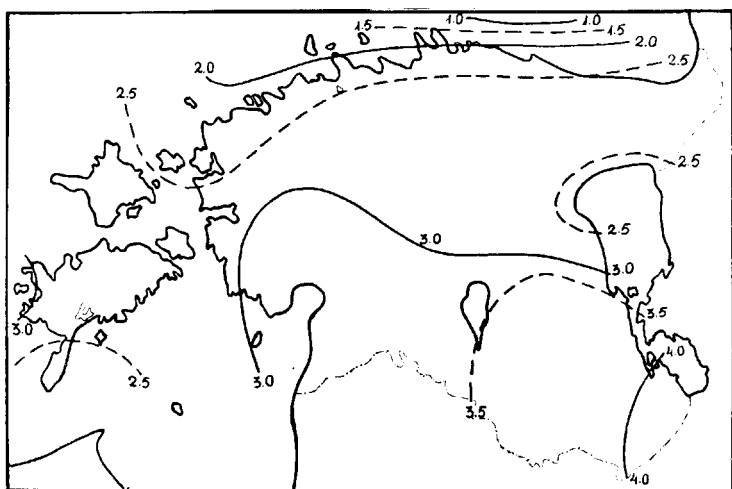
Joonis nr. 5. Jaanuari isotermid.



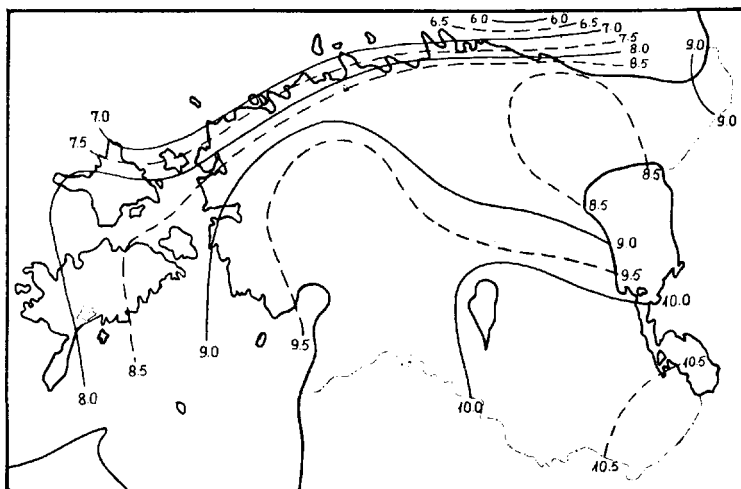
Joonis nr. 6. Veebruari isothermid.



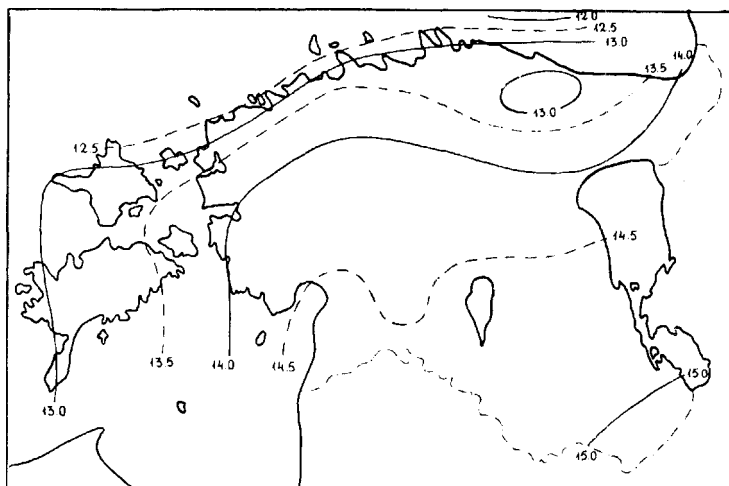
Joonis nr. 7. Märtsi isothermid.



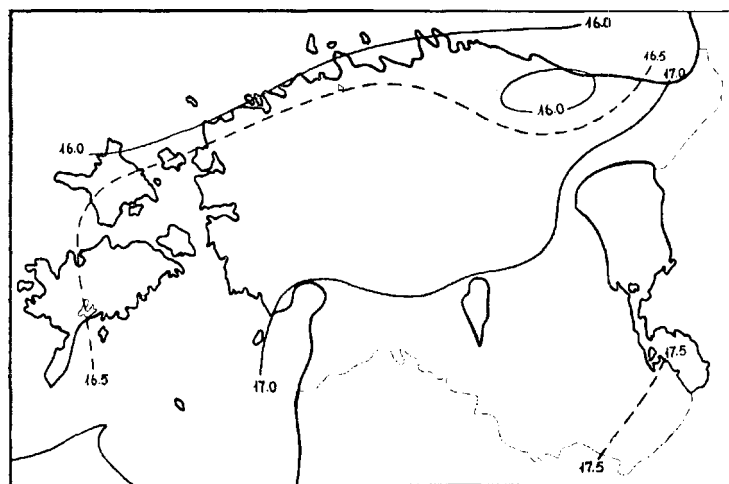
Joonis nr. 8. Aprilli isotermid.



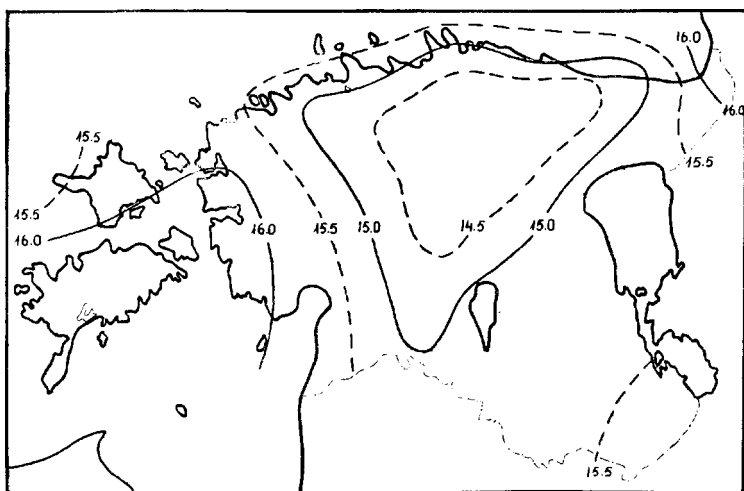
Joonis nr. 9. Mai isotermid.



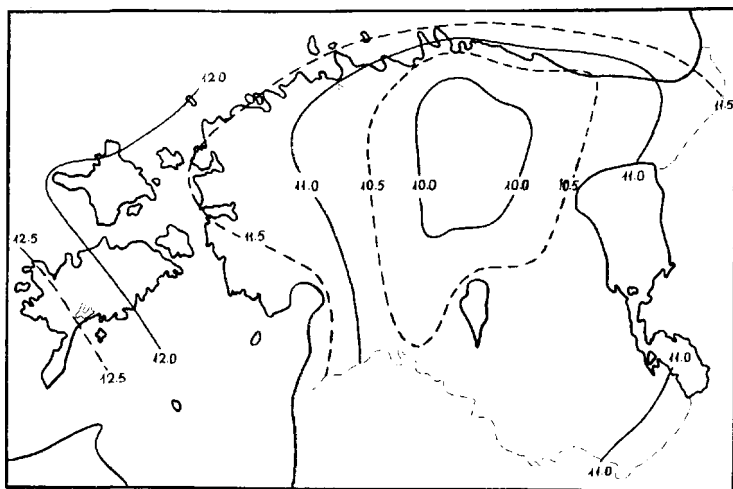
Joonis nr. 10. Juuni isothermid.



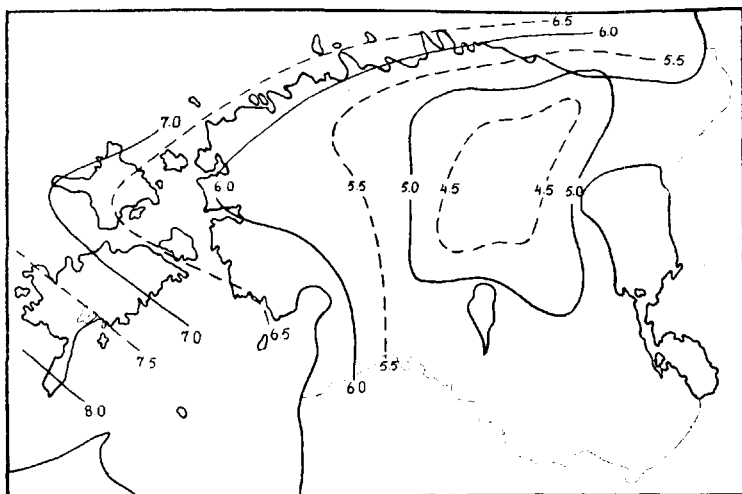
Joonis nr. 11. Juuli isothermid.



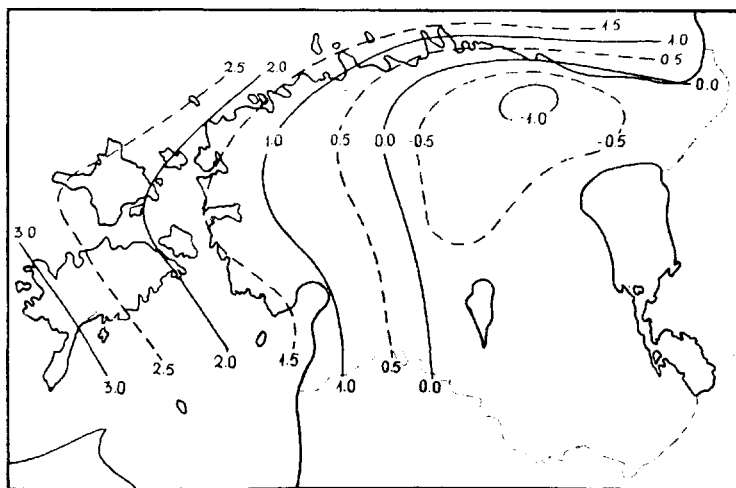
Joonis nr. 12. Augusti isotermid.



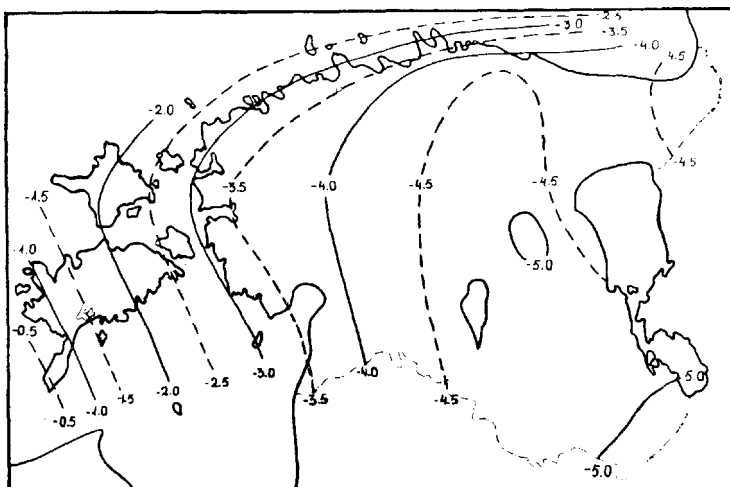
Joonis nr. 13. Septembri isotermid.



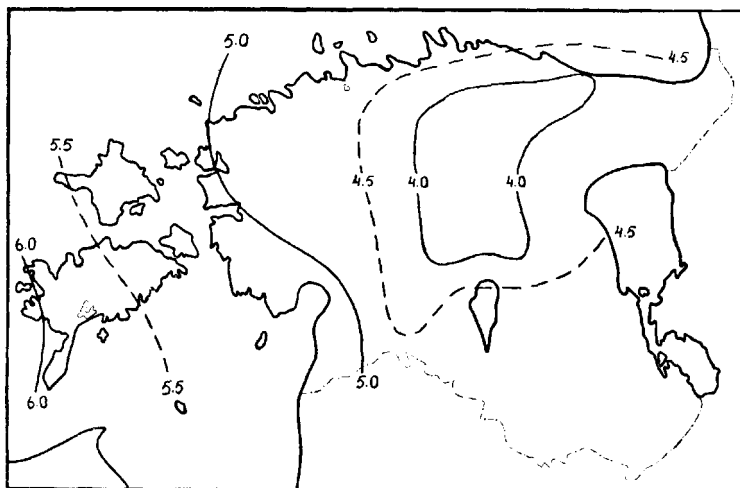
Joonis nr. 14. Oktoobri isothermid.



Joonis nr. 15. Novembri isothermid.



Joonis nr. 16. Detsembri isothermid.



Joonis nr. 17. Aasta isothermid.

Võrreldes üksikute kuude isothermide jaotust on märgata tunduvald temperatuurivahesid eriti saarte ja sisemaa vahel. Sügis- ja talvekuudel on keskmised õhutemperatuurid Saaremaal ja Lääne-Eesti rannikul mõne kraadi võrra kõrgemad kui kaugemal sisemaal. Säärane vahe on põhjustatud suvekuudel Läänemerre kogunenud soojustagavaradest, mis sügisel ja talvel antakse alumistele õhukihtidele. Keri saare juures toimunud veetemperatuuri vaatluste järgi tehtud arvutused näitavad, et seal iga ruutmeeter merepinnast annab õhule sügisel 254 100 kalorit soojust, talvekuudel aga veel lisaks sellele 159 500 kg kalorit, s. o. sügisel ja talvel kokku 413 600 kg kalorit. Sellest soojushulgast jätkuks merepinnalt kuni 1000 m kõrguseni ulatuva õhusamba soojendamiseks 0° kuni 10° 172 korra. Kevade ja suvekuudel on õhutemperatuur saartel natuke madalam kui sisemaal, mis seletub järgmiselt.

Et vee erisoojus on suurem pealmiste maakihtide erisoojusest ning päikese kiirituse soojus levib veekogudes tunduvalt sügavamale kui mandril, on kevadel ja suvel merepinna temperatuur madalam temperatuurist mandri pinnal. Selle tagajärjel on ka rannikul ja saartel õhutemperatuur kevade- ja suvekuudel madalam kui kaugemal sisemaal.

Õhutemperatuuri ja Läänemere veepinna temperatuuri vahede iseloomustamiseks on järgnevas tabelis antud veepinna

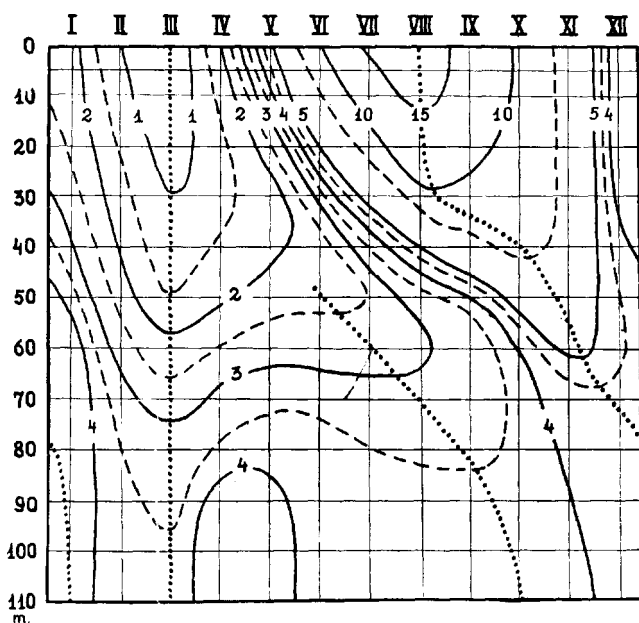
Tabel nr. 5.

Kuu keskmised temperatuurid veepinnal 1923—36.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Tallinna madal $\varphi = 59^{\circ} 43'$, $\lambda = 24^{\circ} 44'$	2.7	2.2	1.1	2.6	4.6	9.8	15.7	16.5	13.5	9.6	6.5	4.0
Hiiu madal $\varphi = 59^{\circ} 05'$, $\lambda = 22^{\circ} 12'$	2.8	1.3	1.0	2.3	4.9	9.6	15.6	16.3	13.4	9.9	7.2	4.4
Vaindlo $\varphi = 59^{\circ} 49'$, $\lambda = 26^{\circ} 20'$	1.0	0.1	-0.1	1.2	5.4	11.0	16.7	16.6	13.1	8.7	5.3	3.1
Keri $\varphi = 59^{\circ} 43'$, $\lambda = 25^{\circ} 01'$	1.4	0.4	0.2	1.9	6.0	11.2	16.2	16.6	13.5	9.1	5.6	2.8
Osmussaar $\varphi = 59^{\circ} 18'$, $\lambda = 23^{\circ} 22'$	1.0	0.3	0.3	1.6	5.4	10.6	15.8	16.0	12.7	9.1	5.6	2.8
Vilsandi $\varphi = 58^{\circ} 23'$, $\lambda = 21^{\circ} 50'$	0.5	0.0	0.4	3.9	9.3	13.2	16.7	16.6	13.1	8.4	4.5	1.6

kuu keskmised temperatuurid C^0 Eesti hüdroloogiliste jaamade vaatluste järgi ajavahemiku kohta 1923—36. Tabelist näeme, et peale Vaindlo ja Vilsandi esineb kõigis jaamades kõrgeim kuu keskmine augustis, madalaim aga peale Vilsandi märtsis, s. o. tunduva hilinemisega võrreldes õhutemperatuuri aastase käigu maksimumide ja miinimumide kohalejõudmise aegadega.

Lisaks kuu ja aasta keskmistele veetemperatuuri andmetele pinnalt on järgneval joonisel antud keskmised veetemperatuuri isopleedid Keri hüdroloogiajaamas ($\varphi = 59^{\circ} 43'$, $\lambda = 25^{\circ} 01'$) toi-



Joonis nr. 18. Temperatuuri isopleedid Keri hüdroloogiajaama ($\varphi = 59^{\circ} 43'$, $\lambda = 25^{\circ} 01'$) vaatluste järgi 1924—36.

metatud vaatluste järgi (1924—36) pinnalt kuni 110 m sügavuseni. Joonisel veetud punktjooned kujutavad keskmisi aastasi kõrgemaid ja madalamaid temperatuure vastavates sügavustes. Keskmine aastane madalaim temperatuur langeb pinnalt kuni põhjani märtsikuule, kuna aga aastase kõrgeima temperatuuri kättejõudmise ajas on märgata ühes sügavuse suurenemisega hilinemist. Nii esineb 70 m sügavuses kõrgeim keskmine temperatuur detsembris. Põhjakihis 80-st meetrist sügavamal on mär-

gata aprillis ja mais temperatuuri tõusu, mis on tingitud sooja vee juurdevoolust Läänemerest, millega ühenduses on märgata ka soolsuse suurenemist eespoolnimetatud sügavuses. Kokkukõlas põhjavoolu raugemisega suvekuudel on märgata alates 50 m sügavusest lisaks märtsikuul esinevale peamiinimumile lisamiinimum-temperatuuri, mis laseb ennast jälgida kuni põhjani.

Kõige madalamad kuu keskmised õhutemperatuurid esinevad Kirde-Eestis, kus veebruarikuu keskmine on langenud alla -7°C . Ka aasta isothermide kaardil näeme kõige madalamaid õhutemperatuure Põhja- ja Kirde-Eestis teataval kaugusel rannikust, kus Soome lahe mõjust tingituna on aastane keskmine õhutemperatuur natuke kõrgem.

Järgnevad tabelid (nr. 6, 7, 8, 9, 10, 11) sisaldavad andmeid äärmustemperatuuride kohta. Et 1900. aastani olid ainult üksikud meteoroloogiajaamad varustatud maksimum- ja miinimum-termomeetritega, on võrreldavate andmete saamiseks kasutatud

Tabel nr. 6.

Kuu ja aasta keskmine maksimum-temperatuur 1922—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	-3.5	-4.2	0.8	7.8	16.2	19.0	22.8	20.4	15.3	8.5	2.8	-1.9	8.7
Tallinn	-2.6	-3.8	0.1	5.9	13.2	16.7	21.1	19.0	14.6	8.4	3.3	-0.5	7.9
Narva-Jõesuu	-3.5	-4.4	0.0	6.6	14.4	17.8	22.0	20.3	15.2	8.5	3.3	-1.3	8.2
Pärnu	-2.3	-3.0	0.8	7.2	14.8	17.9	21.9	19.6	15.4	9.1	3.8	-0.3	8.7
Tooma	-3.4	-4.2	0.5	7.3	15.5	18.5	22.5	20.0	15.2	8.4	3.0	-1.5	8.5
Vilsandi	0.0	-1.6	0.7	5.2	11.0	14.6	19.1	18.3	14.7	9.7	5.5	2.1	8.3
Olustvere	-3.5	-4.2	0.2	6.9	15.3	18.0	21.9	19.5	14.8	8.2	2.8	-1.7	8.2
Jäeneda	-3.4	-4.3	-0.1	6.3	14.6	18.0	22.1	19.4	14.6	8.0	2.8	-1.2	8.1

Tabel nr. 7.

Kuu ja aasta keskmine miinimum-temperatuur 1922—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	-8.5	-9.9	-6.2	-0.2	6.1	9.2	12.8	11.7	7.6	3.0	-0.9	-6.3	1.5
Tallinn	-7.5	-9.3	-6.3	-1.0	4.6	8.6	12.7	11.6	8.0	3.4	-0.6	-4.9	1.6
Narva-Jõesuu	-9.0	-11.2	-8.0	-1.2	5.6	9.6	13.6	12.5	8.4	3.4	-0.9	-5.9	1.4
Pärnu	-7.3	-9.1	-6.2	-0.4	6.1	9.8	13.5	12.6	8.8	4.2	-0.1	-4.8	2.3
Tooma	-9.2	-10.7	-7.6	-1.4	4.6	7.8	11.4	10.5	6.6	2.3	-1.5	-6.7	0.5
Vilsandi	-3.9	-6.1	-3.6	0.5	5.4	9.5	14.0	13.9	10.6	6.1	2.1	-1.5	3.9
Olustvere	-8.7	-10.1	-6.8	-0.8	5.1	8.6	12.0	10.9	7.1	2.6	-1.4	-6.3	1.0
Jäeneda	-9.2	-11.0	-8.0	-1.6	4.2	7.4	11.2	10.1	6.4	2.1	-1.6	-6.4	0.3

vaatlusi alates 1922. aastast. Tabelitesse on märgitud vaatlusandmed ainult neist vaatlusjaamadest, kus vaatlused on kestnud vähemalt 8 aastat.

Tabelites nr. 6 ja 7 on antud vastavalt keskmised kuu ja aasta maksimum- ja miinimum-temperatuurid 8 met. jaama kohta.

Tabel nr. 8.

Kuu ja aasta absoluutsete maksimum-temperatuuride keskmised 1922—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	2.95	2.37	7.49	16.57	26.03	25.68	28.71	26.72	21.46	15.23	9.52	3.66	29.33
Tallinn	3.06	2.41	5.78	14.03	23.63	23.72	26.94	24.22	19.82	13.95	8.92	4.79	27.50
Narva-Jõesuu	2.55	2.02	6.90	15.07	25.34	24.69	27.80	26.60	20.85	14.68	9.08	4.11	28.97
Pärnu	2.94	2.75	5.89	15.85	23.81	24.66	27.32	25.11	20.30	14.30	8.76	4.71	27.71
Tooma	3.02	2.54	7.25	15.49	24.50	24.80	28.17	25.54	20.94	14.58	9.23	4.18	28.27
Vilsandi	4.06	2.93	4.55	13.02	20.57	22.62	24.29	23.03	18.71	13.45	9.34	6.25	25.62
Olustvere . . .	2.77	1.79	6.23	15.54	24.10	24.58	27.72	24.95	20.50	14.33	8.98	3.95	28.04
Jäeneda	2.92	2.87	6.56	14.33	23.97	25.68	27.93	25.10	19.94	13.72	8.92	4.37	28.21

Tabel nr. 9.

Kuu ja aasta absoluutsete miinimum-temperatuuride keskmised 1922—35.

	I	II	III	IV	V	VI
Tartu	— 20.63	— 21.74	— 16.80	— 7.87	— 0.89	2.60
Tallinn	— 19.78	— 20.39	— 16.83	— 7.67	— 1.65	2.50
Narva-Jõesuu .	— 22.53	— 25.10	— 22.96	— 9.47	— 1.21	3.02
Pärnu	— 19.34	— 20.57	— 17.24	— 7.42	— 0.65	2.80
Tooma	— 21.27	— 24.06	— 20.47	— 10.26	— 2.46	0.46
Vilsandi	— 12.64	— 16.83	— 11.59	— 5.15	0.42	5.14
Olustvere	— 21.90	— 22.23	— 17.30	— 8.12	— 1.42	1.76
Jäeneda	— 22.21	— 25.04	— 22.42	— 11.51	— 2.22	0.59

	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	8.00	6.92	0.71	— 4.94	— 8.56	— 17.29	— 24.89
Tallinn	7.92	6.88	1.58	— 4.50	— 9.04	— 15.19	— 23.19
Narva-Jõesuu .	8.54	7.48	2.15	— 3.71	— 8.61	— 17.39	— 28.39
Pärnu	9.07	7.64	2.14	— 3.93	— 8.97	— 15.54	— 23.75
Tooma	6.04	4.40	— 1.00	— 7.08	— 9.90	— 17.28	— 26.57
Vilsandi	10.38	10.58	5.51	0.25	— 3.94	— 10.41	— 18.01
Olustvere	6.63	6.03	— 0.16	— 6.20	— 10.91	— 17.13	— 25.51
Jäeneda	5.23	3.92	— 1.13	— 7.61	— 11.46	— 18.04	— 27.19

Tabelis nr. 6 leitudvad kuu keskmised maksimum-temperatuurid on aritmeetilised keskmised vastavate kuude päevastest maksimum-temperatuuridest kogu vaatlusaja kestel; aastane keskmine maksimum on analoogiliselt aritmeetiline keskmine kõikide vaatlusaastate igapäevastest maksimum-temperatuuridest.

Tabel nr. 10.

Kuu ja aasta absoluutne maksimum-temperatuur 1922—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	5.5	7.1	11.0	20.9	28.5	28.4	33.0	29.6	23.3	19.2	12.6	6.6	33.0
Tallinn	6.2	6.9	8.7	19.4	27.9	26.2	31.0	27.5	21.8	17.9	11.9	8.0	31.0
Narva-Jõesuu	6.0	6.5	12.3	21.4	27.8	27.3	31.5	29.8	23.0	19.0	12.5	6.8	31.5
Pärnu	6.6	7.6	8.9	21.5	27.6	27.7	31.4	28.0	22.5	18.4	12.5	7.5	31.4
Tooma	6.3	6.0	10.9	20.4	26.7	27.7	31.5	27.9	23.2	18.4	12.1	7.3	31.5
Vilsandi	7.0	6.3	8.8	18.0	24.9	26.8	30.8	26.8	20.9	16.9	10.7	8.1	30.8
Olustvere	5.6	6.0	10.0	20.5	26.9	27.2	30.3	28.1	22.3	18.7	12.5	6.2	30.3
Jäneda	7.0	9.8	10.0	18.5	27.0	28.5	30.2	30.0	21.9	18.4	12.7	7.7	30.2

Tabel nr. 11.

Kuu ja aasta absoluutne miinimum-temperatuur 1922—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	-26.8	-30.0	-23.7	-14.4	-5.8	-0.1	5.6	4.1	-4.0	-9.9	-16.9	-22.4	-30.0
Tallinn	-27.3	-28.1	-23.6	-11.5	-5.6	-0.1	6.2	4.0	-2.1	-11.6	-17.6	-22.3	-28.1
Narva-Jõesuu	-32.0	-37.4	-30.3	-14.0	-3.4	0.2	6.9	3.7	-2.6	-7.5	-20.3	-24.5	-37.4
Pärnu	-26.2	-29.3	-25.4	-12.0	-2.1	-0.1	7.3	4.8	-1.6	-10.8	-17.2	-20.5	-29.3
Tooma	-29.9	-33.0	-26.9	-14.7	-6.2	-1.1	4.1	0.4	-4.6	-14.2	-19.3	-21.7	-33.0
Vilsandi	-19.8	-28.1	-20.6	-8.1	-3.1	3.5	7.8	8.7	1.6	-2.5	-9.2	-13.6	-28.1
Olustvere	-23.9	-29.5	-26.3	-12.7	-5.5	-0.1	2.8	4.2	-5.2	-12.2	-19.3	-24.6	-29.5
Jäneda	-33.0	-33.3	-28.5	-18.9	-5.5	-2.0	2.0	1.1	-5.1	-17.9	-21.8	-28.0	-33.3

Tabel nr. 12.

Suvepäevade keskmised arvud (temp. maks. $\geq 25^{\circ}$) 1922—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	—	—	—	—	1.9	3.1	8.7	3.6	0.2	—	—	—	17.5
Tallinn	—	—	—	—	0.5	0.8	3.9	1.6	0.1	—	—	—	6.9
Narva-Jõesuu	—	—	—	—	1.6	1.6	6.4	3.3	0.4	—	—	—	13.3
Pärnu	—	—	—	—	1.1	2.2	7.1	1.8	0.2	—	—	—	12.4
Tooma	—	—	—	—	1.6	2.1	7.9	2.8	0.1	—	—	—	14.5
Vilsandi	—	—	—	—	0.1	0.5	1.4	0.6	—	—	—	—	2.6
Olustvere	—	—	—	—	1.4	2.3	7.1	2.3	0.1	—	—	—	13.2
Jäneda	—	—	—	—	1.3	2.0	7.2	2.0	0.1	—	—	—	12.6

Samal viisil on arvutatud kuu ja aasta keskmised miinimum-temperatuurid, mis on antud tabelis nr. 7.

Järgnevates tabelites nr. 8 ja 9 on esitatud kuu ja aasta absoluutsete maksimum- ja miinimum-temperatuuride keskmised.

Teatava kuu absoluutsete maksimumide keskmine on aritmeetiline keskmine vastavate kuude absoluutsetest maksimum-temperatuuridest kogu vaatlusperioodil. Aasta absoluutsete maksimumide keskmine on aritmeetiline keskmine igal aastal esinenud kõige kõrgemast temperatuurist kogu vaatlusaja vältel. Analooiliselt on moodustatud kuu ja aasta absoluutsete miinimumide keskmised temperatuurid (tabel nr. 9).

Edasi järgnevad tabelid (nr. 10, 11) 14 aasta vältel esinenud kõrgeimate ja madalaimate temperatuuridega.

Võrreldes üksikute jaamade äärmustemperatuure ja nende keskmisi on märgata teatavat erinevust eriti saarte ja ranniku- jaamade ja sisemaa jaamade vahel. Sisemaa jaamades on kesk-

Tabel nr. 13.

Külmapäevade keskmised arvud (temp. miin. $\leq 0^{\circ}$) 1922—35.

		II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	7.7	26.5	26.3	14.9	2.1	0.1	—	—	0.4	7.4	16.0	26.4	147.8
Tallinn	27.1	26.4	28.3	17.8	2.2	0.1	—	—	0.3	6.0	14.4	24.7	147.3
Narva-Jõesuu	28.1	27.1	28.7	17.1	2.2	—	—	—	0.1	6.9	15.2	26.6	152.0
Pärnu	27.4	26.1	27.7	15.5	1.8	0.1	—	—	0.1	5.4	12.6	24.7	141.4
Tooma	28.8	26.9	28.8	19.2	4.5	0.6	—	—	1.4	9.6	18.1	27.1	165.0
Vilsandi	21.6	24.1	25.6	12.1	0.5	—	—	—	—	1.9	7.6	18.0	111.4
Olustvere	28.5	26.8	28.4	18.4	3.7	0.4	—	—	0.6	8.6	17.1	26.8	159.3
Jäneda	29.0	27.1	29.1	20.4	4.4	0.9	—	—	1.7	9.6	17.9	26.6	166.7

Tabel nr. 14.

Pakaspäevade keskmised arvud (temp. maks. $\leq 0^{\circ}$) 1922—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	19.9	20.9	12.6	1.0	—	—	—	—	—	0.5	7.3	17.6	79.8
Tallinn	18.0	20.6	13.6	1.9	—	—	—	—	—	0.6	5.6	14.3	74.6
Narva-Jõesuu	19.2	21.1	13.7	1.6	—	—	—	—	—	0.7	6.1	16.3	78.7
Pärnu	17.9	19.0	11.1	0.8	—	—	—	—	—	0.2	4.9	13.6	67.5
Tooma	19.1	20.4	12.9	0.8	—	—	—	—	—	0.5	6.5	17.2	77.4
Vilsandi	12.3	14.9	10.2	1.3	—	—	—	—	—	—	2.3	8.0	49.0
Olustvere	19.6	21.1	13.6	1.4	—	—	—	—	—	0.4	7.0	18.3	81.4
Jäneda	20.3	20.8	14.6	2.3	—	—	—	—	—	1.2	6.8	18.4	84.4

miste äärmustemperatuuride vahel kõigil kuudel suuremad vahed kui rannikul ja saartel, mida põhjustab Läänemere pehmen-dav mõju kliimale. Eespool-mainitud erinevus esineb eriti tugevalt äärmustemperatuuri puhul (tabel nr. 10 ja 11). Suurim õhutem-peratuuri abs. kõikumine on Narva-Jõesuus, kus talvine abso-luutne miinimum on -37.4° , suvine abs. maksimum aga $+31.5^{\circ}$ ajavahemikus 1922—35.

Peale eelmiste tabelite iseloomustavad temperatuuriolusid Eesti maa-alal tabelid nr. 12, 13 ja 14, kus vastavalt on antud suve-päevade (päevane temp. maksimum $\geq 25^{\circ}$), külmapäevade (päe-vane temp. miin. $\leq 0^{\circ}$) ja pakaspäevade (päeva temp. maks. $\leq 0^{\circ}$) keskmised arvud.

Tabel nr. 15.

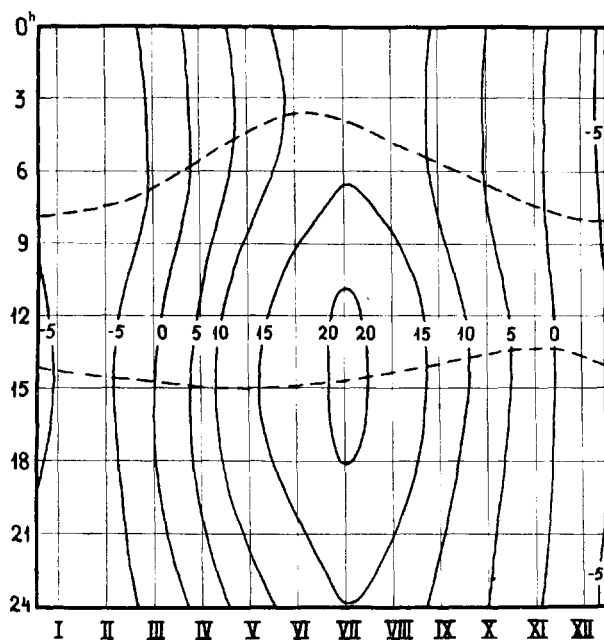
Igatunnilised keskmised õhutemperatuurid Tartus 1926—35.

	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h
Jaanuar .	-6.2	-6.2	-6.3	-6.4	-6.4	-6.5	-6.6	-6.6	-6.6	-6.4	-6.1	-5.8
Veebruar .	-7.6	-7.7	-7.8	-7.9	-7.9	-8.1	-8.2	-8.1	-7.9	-7.5	-6.8	-6.3
Märts . .	-3.7	-4.0	-4.1	-4.3	-4.5	-4.6	-4.8	-4.4	-3.7	-2.9	-1.9	-1.0
Aprill . .	1.7	1.5	1.3	1.1	1.0	1.0	1.5	2.2	3.2	4.2	5.2	6.0
Mai . . .	8.2	7.8	7.5	7.3	7.4	8.0	9.0	10.0	11.1	12.2	13.2	13.9
Juuni . .	11.0	10.6	10.2	10.2	10.5	11.3	12.5	13.4	14.3	15.4	16.4	17.2
Juuli . .	14.6	14.3	14.0	13.8	14.0	14.7	15.9	16.8	17.8	19.0	20.1	20.8
August . .	13.6	13.3	13.1	13.0	12.9	13.2	14.0	14.9	15.8	16.8	18.0	18.8
September	9.3	9.1	9.0	8.8	8.7	8.7	9.0	9.7	10.6	11.6	12.6	13.4
Oktoober .	5.0	4.9	4.8	4.8	4.7	4.7	4.6	4.8	5.3	5.9	6.6	7.2
November	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8
Detsember	-4.0	-4.1	-4.1	-4.1	-4.2	-4.2	-4.3	-4.3	-4.2	-4.1	-4.0	-3.7
Aasta . .	3.6	3.4	3.3	3.2	3.2	3.3	3.7	4.2	4.8	5.5	6.5	6.9

	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h
Jaanuar .	-5.4	-5.3	-5.3	-5.5	-5.7	-5.8	-5.9	-6.0	-6.0	-6.1	-6.1	-6.1
Veebruar .	-5.7	-5.5	-5.5	-5.6	-6.0	-6.3	-6.6	-6.8	-7.0	-7.2	-7.3	-7.5
Märts . .	-0.2	0.0	0.1	0.0	-0.4	-1.0	-1.6	-2.1	-2.6	-2.8	-3.1	-3.3
Aprill . .	6.7	6.9	7.0	6.9	6.6	6.1	5.2	4.3	3.4	2.9	2.5	2.2
Mai . . .	14.6	14.8	14.8	14.6	14.3	13.8	13.0	11.9	10.5	9.8	9.0	8.7
Juuni . .	17.7	17.9	18.0	17.8	17.6	17.1	16.5	15.4	13.8	12.9	12.1	11.5
Juuli . .	21.3	21.5	21.4	21.2	21.0	20.5	19.7	18.6	17.1	16.3	15.6	15.1
August . .	19.4	19.5	19.3	19.2	18.9	18.4	17.4	16.3	15.0	14.5	14.1	13.8
September	14.0	14.0	14.0	13.8	13.4	12.6	11.7	11.0	10.3	9.9	9.7	9.4
Oktoober .	7.7	7.7	7.6	7.3	6.9	6.4	6.0	5.7	5.4	5.2	5.1	5.0
November	2.1	2.1	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	0.9	0.9
Detsember	-3.5	-3.4	-3.5	-3.6	-3.7	-3.8	-3.9	-4.0	-4.0	-4.1	-4.2	-4.2
Aasta . .	7.5	7.6	7.6	7.4	7.1	6.7	6.1	5.5	4.8	4.4	4.1	3.8

Ka nendes tabelites nähtuvad vahed saarte- ja lääneranniku jaamade ja kaugemate sisemaa jaamade vahel on tingitud mere mõjust. Külma- ja pakaspäevade keskmine arv on Vilsandis, Pärnus ja Tallinnas tunduvalt vähem kui Toomal, Jänedal jne. Samal ajal on aga suvepäevade keskmine arv Vilsandis, Pärnus ja Tallinnas vähem võrreldes idapoolsete jaamadega; nii näiteks on Vilsandis aastas keskmiselt ainult 3 suvepäeva, kuna Tartus on nende keskmine arv üle viie korra suurem.

Õhutemperatuuri ööpäevase käigu iseloomustamiseks on kasutatud ainult Tartu Observatooriumi vaatlusi, kuna ainult Tartus



Joonis nr. 19. Tartu temperatuuri isopleetid 1926—35.

on õhutemperatuuri isemärkija andmed iga tunni kohta läbi töötatud. Eelmises tabelis (nr. 15) on antud 10 a. keskmised (1926.—35. a.) õhutemperatuurid kuude järgi iga tunni kohta; tabeli lõppreas leiduvad igatunnilised aastased keskmised õhutemperatuurid.

Selgema ülevaate saamiseks on joonisel (nr. 19) termoisopleetidega kujundatud õhutemperatuuri ööpäevane käik Tartus. Joonise püstteljeks on kellaaeg ja rõhtteljeks kuud. Kaks katkendatud. Järgnevas tabelis (nr. 15) on antud 10 a. keskmised

kõverat väljendavad vastavalt õhutemperatuuri ööpäevast maksimumi ja miinimumi.

Õhutemperatuuri aastase käigu iseloomustamiseks on tuletatud harmoonilise analüüsi abil kõigi jaamade kohta 70-aastastest kuu keskmistest temperatuuridest võrrandid kolme lähendusliikmega

$t = t_m + A_1 \sin(a_1 + x) + A_2 \sin(a_2 + 2x) + A_3 \sin(a_3 + 3x)$, mille amplituudid ja faasid on antud järgnevas tabelis (nr. 16).

Tabel nr. 16.

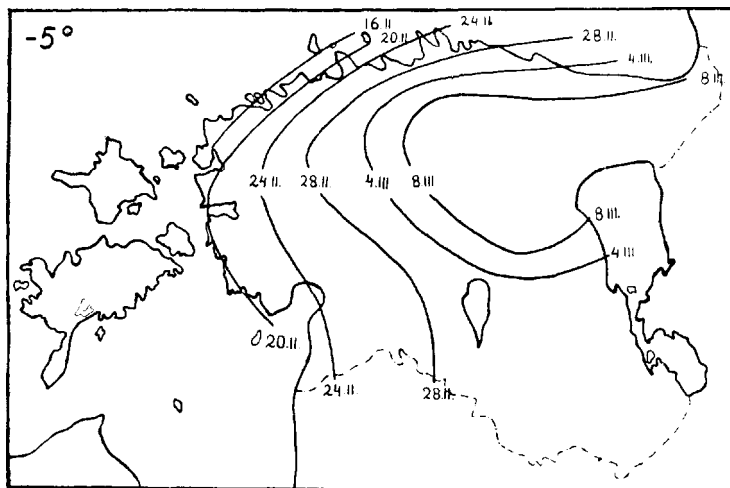
Aastase õhutemperatuuri käigu siinusliikmete amplituudid ja faasid.

	t_m	A_1	a_1	A_2	a_2	A_3	a_3
Tallinn	4.56	11.03	245° 20'	0.65	76° 13'	0.09	137° 02'
Tartu	4.65	11.87	250° 33'	0.68	109° 49'	0.20	107° 48'
Pärnu	5.19	11.52	247° 07'	0.71	98° 59'	0.12	72° 52'
Vilsandi	5.96	9.74	239° 03'	0.76	49° 15'	0.22	135° 53'
Pakri	4.77	10.45	241° 19'	0.65	42° 20'	0.18	171° 45'
Sõrve	5.93	9.86	238° 00'	0.87	59° 49'	0.08	183° 35'
Narva-Jõesuu	4.56	12.19	247° 00'	0.69	97° 47'	0.29	127° 40'
Vaindlo	4.49	10.54	236° 33'	0.95	43° 56'	0.38	169° 40'
Kuusiku	4.57	11.44	248° 43'	0.88	102° 39'	0.17	103° 23'
Vigala	4.94	11.31	248° 10'	0.66	102° 17'	0.17	79° 46'
Paldiski	4.83	10.55	243° 14'	0.59	67° 20'	0.14	154° 45'
Jäneda	4.02	11.53	248° 44'	0.94	97° 15'	0.21	117° 00'
Olustvere	4.36	11.64	249° 38'	0.68	106° 43'	0.15	90° 00'
Tooma	4.04	11.76	249° 46'	0.84	106° 42'	0.21	111° 33'
Polli	4.54	11.55	250° 14'	0.61	109° 59'	0.13	35° 10'
Tiirikoja	4.21	11.93	246° 56'	0.99	87° 58'	0.10	191° 45'
Viljandi	4.80	11.90	250° 01'	0.75	99° 48'	0.09	84° 56'
Lüganuse	3.89	11.14	248° 23'	0.47	96° 16'	0.36	124° 16'
Rakvere	3.70	11.37	248° 14'	0.44	76° 23'	0.25	150° 44'
Suure-Jaani	3.80	11.39	249° 05'	0.66	96° 00'	0.24	100° 41'
Jõgeva	3.95	11.86	249° 37'	0.86	111° 14'	0.21	98° 36'
Võru	4.60	11.92	250° 42'	0.64	122° 23'	0.20	82° 43'
Kunda	4.44	11.54	247° 06'	0.66	95° 00'	0.17	149° 19'
Haapsalu	4.96	11.09	244° 53'	0.75	74° 37'	0.13	137° 12'
Ristna	5.47	10.05	242° 02'	0.85	61° 56'	0.12	171° 23'
Tahkuna	5.48	9.85	239° 42'	0.83	38° 29'	0.17	188° 29'

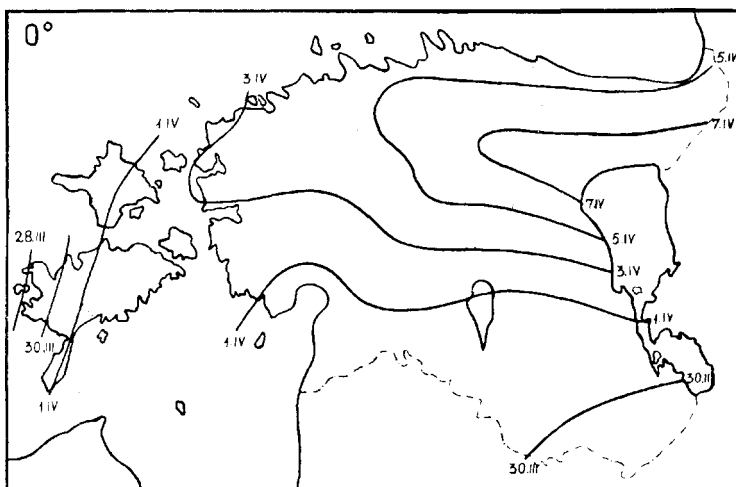
Tabelis on märgitud jaama nimele järgnevatesse lahtritesse vastavalt keskmine aastane õhutemperatuur (t_m) ja selle järgi kolme siinusliikme amplituudid ja faasid ($A_1, a_1; A_2, a_2; A_3, a_3$).

Võrrandite järgi on määratud tähtsamad ajamomendid õhutemperatuuri aastases käigus, s. o. kuupäevad keskmise kõrgeima ja madalaima temperatuuriga ja kuupäevad, millal keskmine õhutemperatuur on võrdne 0°, 5° ja 10° jne.

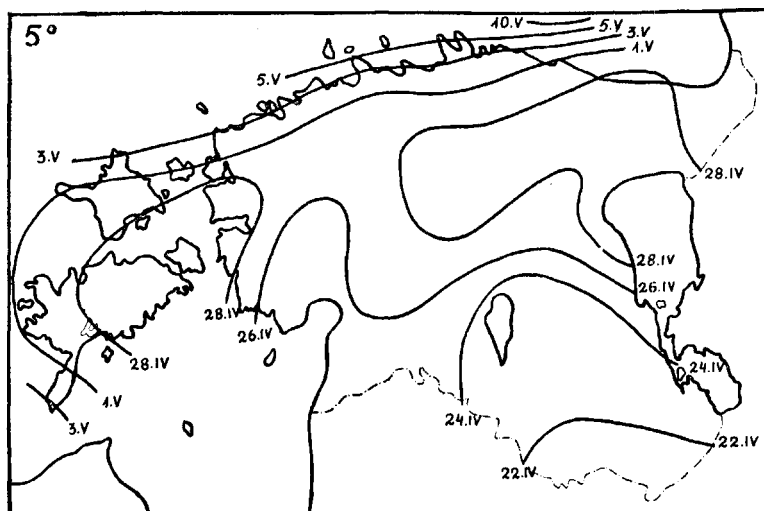
Järgnevail jooniseil on kõveratega kujutatud -5° , 0° , 5° , 10° ja 15° isothermide nihkumine kevadel ja sügisel Eesti territooriumil. Joonistel leiduvad kuupäevad näitavad, millal vastav isotherm asus kõverjoonega märgitud kohal. Isothermide levimisjoonised näitavad veekogude suurt mõju õhutemperatuuri jaotusele, kusjuures Viru- ja Tartumaal on selgelt märgata õhutemperatuuri sõltuvust Peipsi järvest.



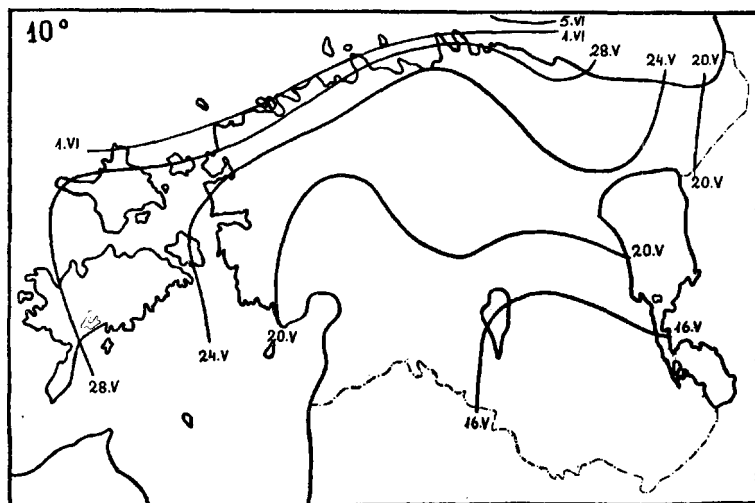
Joonis nr. 20. -5° isothermi nihkumine kevadel.



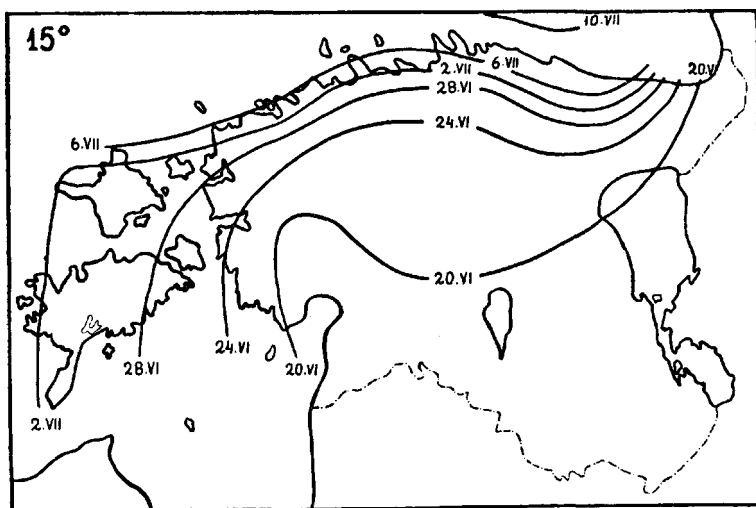
Joonis nr. 21. 0° isothermi nihkumine kevadel.



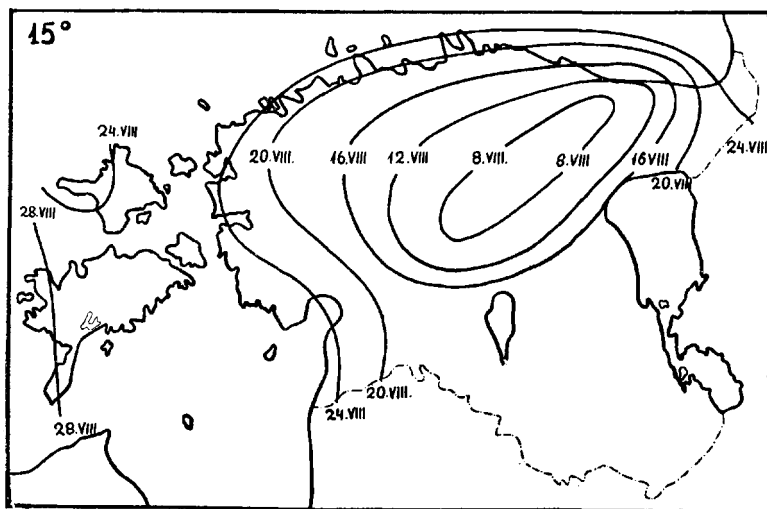
Joonis nr. 22. 5° isothermi nihkumine kevadel.



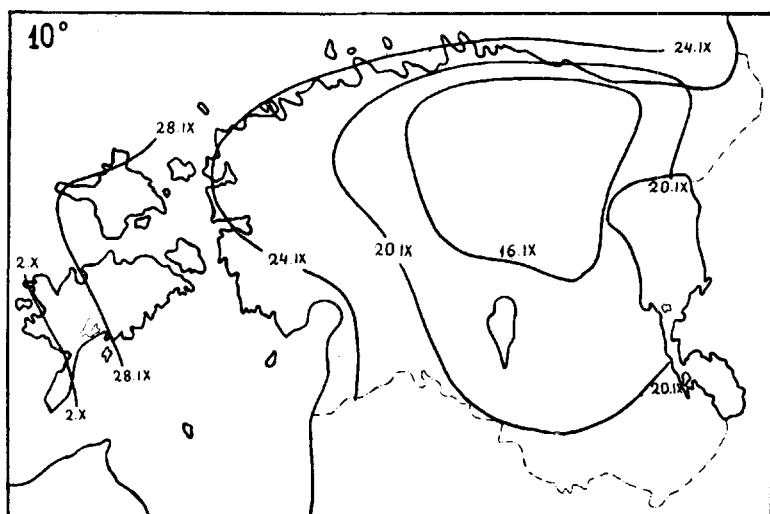
Joonis nr. 23. 10° isothermi nihkumine kevadel.



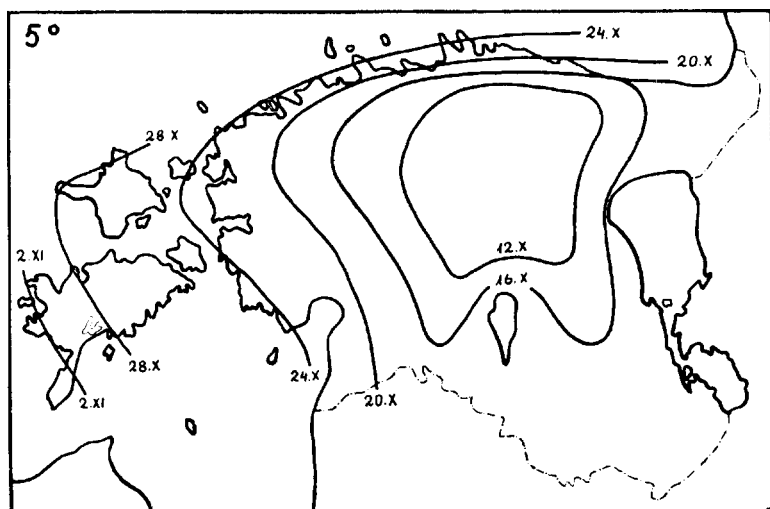
Joonis nr. 24. 15° isotermi nihkumine suvel.



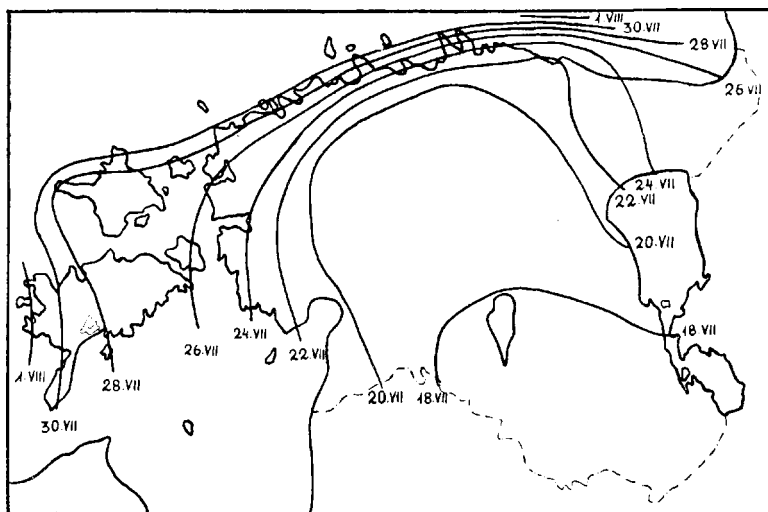
Joonis nr. 25. 15° isotermi nihkumine sügisel.



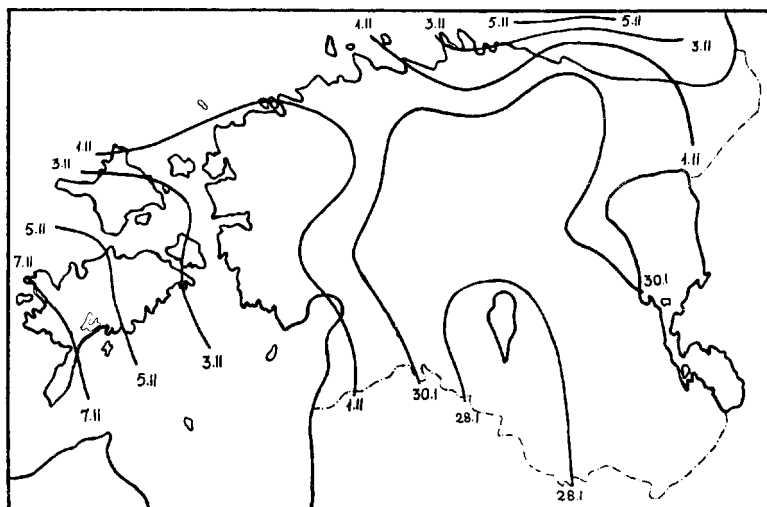
Joonis nr. 26. 10° isotermi nihkumine sügisel.



Joonis nr. 27. 5° isotermi nihkumine sügisel.



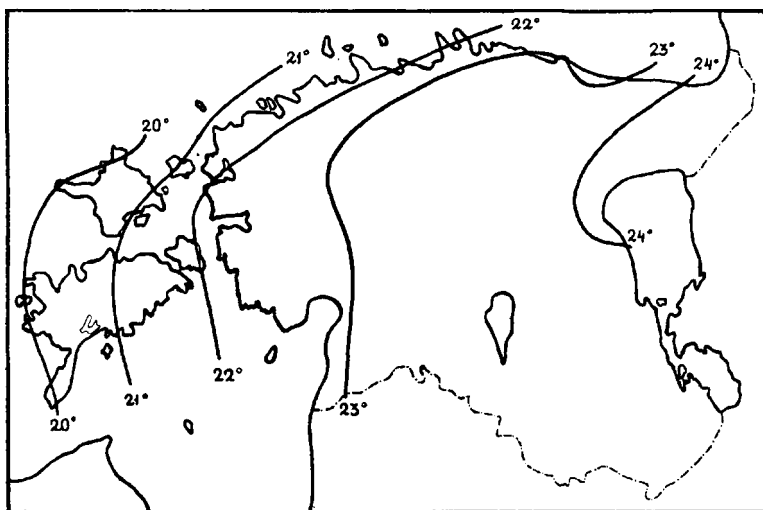
Joonis nr. 30. Aastase kõrgeima temperatuuri kohalejõudmise ajad.



Joonis nr. 31. Aastase madalaima temperatuuri kohalejõudmise ajad.

Samal viisil on kõveratega kujutatud kuupäevad, millal Eesti pindalal esinevad keskmised kõrgeimad ja madalaimad ööpäevased temperatuurid. Mõlemate nimetatud kuupäevade kohalejõudmise aja suhtes on märgata tugevat sõltuvust Läänemere ja Soome lahe veekogudest, mille tagajärjel nii keskmise madalaima kui ka kõrgeima ööpäevase temperatuuriga kuupäevad hilinevad saartel ja rannikul võrreldes sisemaaga 10—15 päeva.

Lisaks eelmistele joonistele aastase kõrgeima ja madalaima temperatuuri kohalejõudmise aegade kohta on järgmisel joonisel (nr. 32) kõveratega kujutatud aastase õhutemperatuuri amplituudi jaotust Eestis. Joonisest näeme, et suurim aastane ampli-



Joonis nr. 32. Aastase õhutemperatuuri amplituudi jaotus Eestis.

tuud 24° esineb Kirde-Eestis Soome lahe ja Peipsi järve vahelisel maa-alal, millest lääne poole minnes aastane amplituud pidevalt väheneb, moodustades miinimumi 20° Saaremaa ja Hiiumaa läänerrannikul.

Nagu alguses tähendatud, on ainult Tartu Ülikooli Meteoroloogia Observatooriumis toimetatud meteoroloogilisi vaatlusi pidevalt, alates 1866. aastast. Õhutemperatuuri vaatlustest väärivad erilist huvi andmed ööpäevastest äärmustemperatuuridest, mis pikema vaatlusaja tõttu tunduvalt erinevad eelmistes tabelites

Tabel nr. 17.
Ohutemperatuuri andmeid Tartus 1866—1935.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Kuu ja aasta keskmiste keskmise	— 6.4	— 6.5	— 3.0	3.7	10.1	14.7	17.1	15.3	10.7	5.0	— 0.2	— 4.6	4.7
Kuu ja aasta keskmiste muutuvus	2.7	2.6	2.0	1.7	1.8	1.3	1.2	1.1	1.1	1.6	2.0	2.3	0.8
Kuu ja aasta keskmiste keskmise viga	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.1
Maksimaalne kuu ja aasta keskmise	0.3	0.2	2.4	8.6	15.3	18.6	21.0	19.4	14.6	8.9	4.5	1.2	6.2
Minimaalne kuu ja aasta keskmise	— 14.6	— 17.5	— 10.7	— 0.5	3.8	10.7	14.1	12.5	7.4	— 0.2	— 5.5	— 14.3	2.4
Kuu ja aasta keskmise maksimum	— 4.1	— 3.8	0.4	8.1	15.3	20.0	22.3	20.1	15.0	8.1	1.8	— 2.6	8.4
Kuu ja aasta keskmise miinimum	— 9.0	— 9.6	— 6.5	— 0.1	5.2	9.6	12.3	11.0	6.9	2.3	— 2.3	— 7.1	1.1
Kuu ja aasta absoluutse maksimumi keskmise	2.8	2.9	7.7	17.6	25.4	28.0	28.9	27.5	22.2	15.3	8.2	3.7	30.6
Kuu ja aasta absoluutse miinimumi keskmise	— 21.8	— 20.9	— 16.7	— 6.8	— 1.3	3.3	7.3	5.6	0.7	— 4.6	— 11.2	— 18.7	— 25.1
Kuu ja aasta äärmise maksimum	6.6	7.6	17.3	25.0	31.4	34.0	34.5	35.2	27.8	21.1	12.6	8.6	35.2
Kuu ja aasta äärmise miinimum	— 36.1	— 33.0	— 27.3	— 17.5	— 5.8	— 1.5	3.9	1.4	— 4.0	— 12.4	— 22.1	— 34.2	— 36.1
Kuu ja aasta absoluutne kõikumine	42.7	40.6	44.6	42.5	37.2	35.5	38.4	36.6	31.8	33.5	34.7	42.8	71.3
Päevade arv miin. $\leq 0^{\circ}$	28.9	27.0	27.5	15.5	3.5	0.1	—	—	1.0	9.2	19.2	27.6	159.5
„ „ maks. $\leq 0^{\circ}$	21.3	19.8	12.8	1.1	0.0	—	—	—	—	1.3	9.6	19.0	84.9
„ „ maks. $\geq 25^{\circ}$	—	—	—	—	1.9	5.1	8.0	3.8	0.2	—	—	—	19.0

esitatud 10 a. vaatluskokkuvõttest. Ülevaate saamiseks on tabelis nr. 17 esitatud mõningaid üksikasju õhutemperatuuri vaatlustest Tartus 1866—1935.

Tähelepanu väärivad read (2) ja (3), kus vastavalt on antud kuu ja aasta keskmiste temperatuuride muutuvus ja kuu ja aasta keskmiste temperatuuride viga.

Kuu keskmiste temperatuuride muutuvuse leidmiseks on arvatud iga üksiku kuu kõrvalekalded vastavast kuu keskmisest temperatuurist. Nende kõrvalekallete absoluutväärtuste keskmine ongi vastava kuu keskmise temperatuuri muutuvus. Tabelist näeme, et suurem muutuvus langeb külmale aastapoolale, väiksem aga soojale.

Järgnevas reas on antud kuu ja aasta keskmiste temperatuuride keskmine viga:

$$f = \sqrt{\frac{\sum e^2}{n(n-1)'}}$$

kus e tähendab üksikut kõrvalekallet 70 a. keskmisest, n aga vaatlusaastate arvu, käesoleval juhul 70. Kooskõlas temperatuuri muutuvusega on keskmine viga suvekuudel tunduvalt vähem kui talvekuudel.

Viimases tabelis esitatud äärmustemperatuuride ja päevade arvude erinevus eelmiste tabelite andmetest on tingitud vaatlusaastate suuremast arvust.

Tartu Observatooriumi 70 a. keskmise aastase temperatuuri järgi on arvatud iga-aastased kõrvalekalded, mille sagedusjaotus on kujutatud järgneval joonisel nr. 33. Tegelik kõrvalekallete sagedus, mis on väljendatud protsentides, on märgitud joonisele treppjoonega, kusjuures klassimahuks on võetud 1°. Kõrvalekalletest on tuletatud vastav hajumismõõt:

$$\sigma = 0,96^{\circ},$$

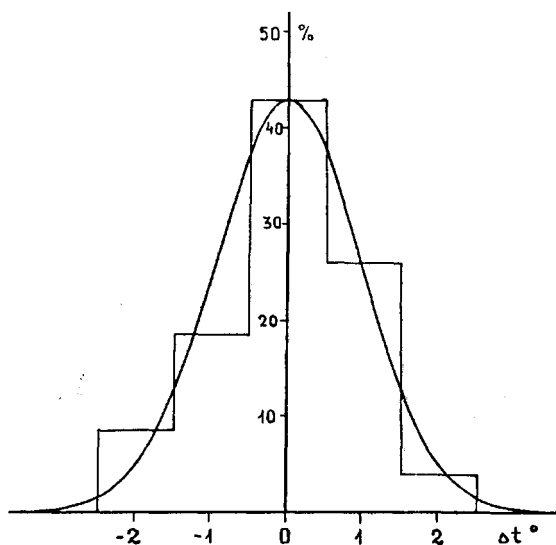
mille järgi on leitud Gauss'i valem:

$$y = 0,43 e - 0,54 x^2$$

Võrrandit kujutav kõver on joonisel antud pideva joonega.

Peale keskmiste ja äärmustemperatuuride iseloomustab õhutemperatuuri kõikuvus teatud maakoha temperatuuri olusid. Seda nähtust selgitavad allpool toodud tabelid ja joonised temperatuuride sagedusjaotustega. Õhutemperatuuride esinemise sageduste määramiseks on kasutatud ainult Tartu, Tallinna, Vilsandi, Pärnu

ja Narva-Jõesuu jaama vaatlusi ajavahemikus 1923—37. Loendatud jaamade kolmest igapäevasest tähtajalisest vaatlusest (7^h, 13^h, 21^h) on leitud iga kuu kohta, mitu korda on esinenud mingi temperatuur, kusjuures klassi laiuseks on võetud täiskraadid 0.6 kuni järgneva 0.5 kraadini. Nii näiteks kuuluvad 5^o temperatuuri klassi temperatuurid: 4.6^o, 4.7^o jne. kuni 5.5^o, 0^o temperatuuri klassi: —0.4^o, —0.3^o jne. kuni 0.5^o.



Joonis nr. 33. Keskmiste aastaste temperatuuride kõrvalekallete sagedusjaotus Tartus 1866—1935.

Tabelites nr. 18, 19 ja 20 on järgemööda antud: täiskraadidesse ümardatult kuu keskmised temperatuurid (t_0) ühes vastavate esinemissageduste protsentidega ($p\%$) vaatluste koguarvust (tabel nr. 18), tabelis nr. 19 mooditemperatuurid (t_{mood}) ühes sagedusprotsentidega ($p\%$) ja tabelis nr. 20 analoogiliselt mediaani-temperatuurid (t_{med}) koos sagedusprotsentidega ($p\%$). Nagu teada, nimetatakse moodiväärtuseks säärast väärtust, millel on suurim esinemissagedus, mediaanväärtuseks aga säärast, millest suuremaid ja väiksemaid väärtusi on teatud kuul ühepalju. Nii on näiteks iga kuu mediaanist madalamate temperatuuride koguarv vaadeldavas ajavahemikus (antud juhul 15 aastat) võrdne temast kõrgemate temperatuuride arvuga.

Täienduseks tabelitele (nr. 18, 19 ja 20) on joonistel nr. 34—38 esitatud temperatuuride sagedused isopleetidega, kusjuures abstsissiks on kuud, ordinaadiks aga temperatuurid. Isopleetid on joonistatud temperatuuride kohta, mille esinemise protsent vaatluste üldarvust on 0.1%, 1%, 5%, 10% ja 15%. Lisaks isopleetidele on joonistel jämeda pideva joonega märgitud kuu keskmine temperatuur, katkendjoonega aga moodsitemperatuur.

Tabel nr. 18.

Kuu keskmised temperatuurid (t_0) ühes vastavate esinemissagedustega protsentides ($p\%$) vaatluste koguarvust 1923—37.

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Tartu . . .	t_0	—6	—7	—3	4	10	15	17	15	11	5	0	—5
	$p\%$	4.2	4.7	6.0	8.2	6.9	7.6	10.8	11.0	10.7	7.5	10.3	5.8
Tallinn . . .	t_0	—5	—5	—3	3	9	14	17	16	12	6	1	—3
	$p\%$	4.3	5.6	5.9	9.9	8.7	8.8	11.8	12.6	12.2	10.2	9.8	4.8
Vilsandi . .	t_0	—2	—3	—2	3	8	13	16	16	13	8	3	—1
	$p\%$	5.7	5.3	7.7	12.8	10.4	10.4	16.3	16.5	18.4	12.3	8.5	5.7
Pärnu . . .	t_0	—5	—6	—3	3	10	15	17	16	12	6	1	—4
	$p\%$	4.4	4.2	5.0	9.8	7.9	8.4	13.4	12.9	14.0	7.6	8.8	5.4
Narva-Jõesuu	t_0	—7	—7	—4	3	9	14	17	16	11	6	0	—5
	$p\%$	4.7	5.0	5.9	10.2	8.5	8.9	12.5	12.8	12.7	8.5	10.1	5.6

Tabel nr. 19.

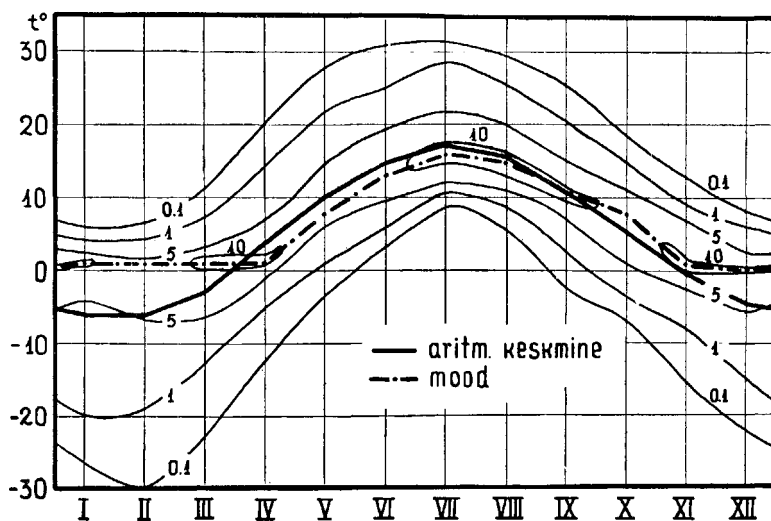
Kuu moodsitemperatuurid (t_{mood}) ühes vastavate esinemissagedustega protsentides ($p\%$) vaatluste koguarvust 1923—37.

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Tartu	t_{mood}	1	1	1	1	8	13	16	15	11	8	1	0
	$p\%$	11.4	6.4	13.3	10.9	8.5	9.3	11.1	11.0	10.7	9.2	10.6	10.0
Tallinn . . .	t_{mood}	1	0	0	0	7	13	16	15	11	8	1	0
	$p\%$	10.5	7.2	13.1	12.3	10.8	11.0	12.9	14.4	13.7	10.6	10.0	10.0
Vilsandi . .	t_{mood}	2	0	0	2	7	12	16	16	13	10	6	2
	$p\%$	13.5	14.5	19.4	15.0	12.7	12.1	16.3	16.5	18.4	14.6	13.3	11.4
Pärnu	t_{mood}	1	0	0	1	8	13	17	15	12	9	6	1
	$p\%$	13.8	8.7	14.8	10.9	9.8	10.2	13.4	14.1	14.0	10.8	11.3	11.0
Narva-Jõesuu	t_{mood}	1	—6	1	1	8	11	17	16	11	8	2	0
	$p\%$	11.1	6.5	10.9	12.2	9.6	9.8	12.5	12.8	12.7	10.9	11.1	10.3

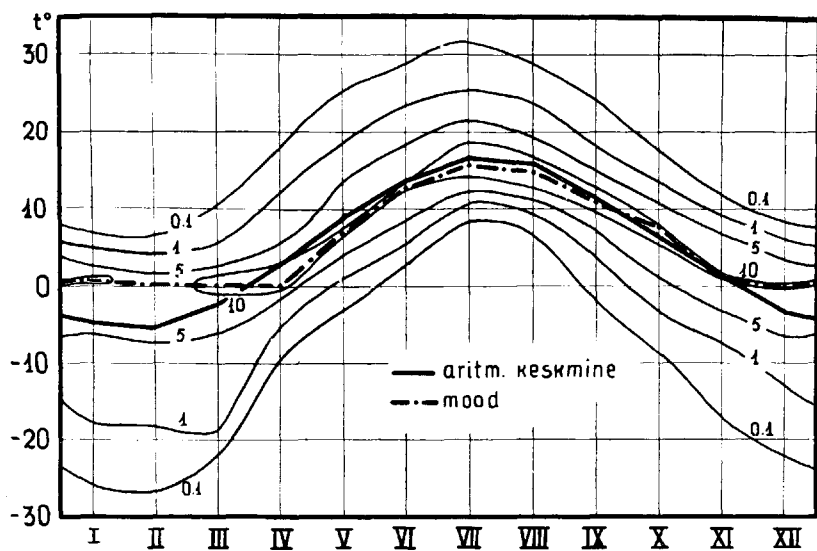
Tabel nr. 20.

Kuu mediaanitemperatuurid (t_{med}) ühes vastavate esinemis-
sagedustega protsentides ($p\%$) vaatluste koguarvust 1923—37.

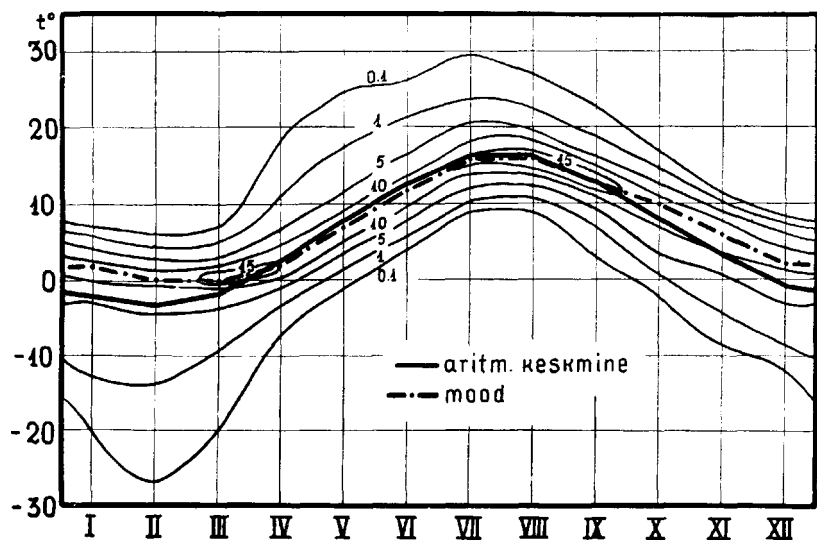
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Tartu	t_{med}	-4	-6	-1	4	12	15	13	16	11	6	2	-2
	$p\%$	4.7	5.6	6.2	8.2	6.4	7.6	10.0	11.0	10.7	8.1	8.3	7.0
Tallinn . . .	t_{med}	-2	-5	-1	2	8	13	17	15	11	7	2	-1
	$p\%$	5.7	5.6	8.5	10.9	8.9	11.0	11.8	14.4	13.7	9.3	9.9	8.2
Vilsandi . .	t_{med}	0	-2	0	2	7	12	16	16	12	9	5	2
	$p\%$	10.0	7.3	19.4	15.0	12.7	12.1	16.3	16.5	15.8	13.0	10.1	11.4
Pärnu	t_{med}	-2	-4	-1	3	10	14	17	16	12	7	3	-1
	$p\%$	6.3	7.7	8.2	9.8	7.9	9.7	13.4	12.9	14.0	10.1	7.5	8.6
Narva-Jõesuu	t_{med}	-4	-6	-2	2	9	13	13	15	12	7	2	-2
	$p\%$	6.0	6.5	7.2	10.5	8.5	9.3	12.5	12.5	11.9	10.8	11.1	6.9



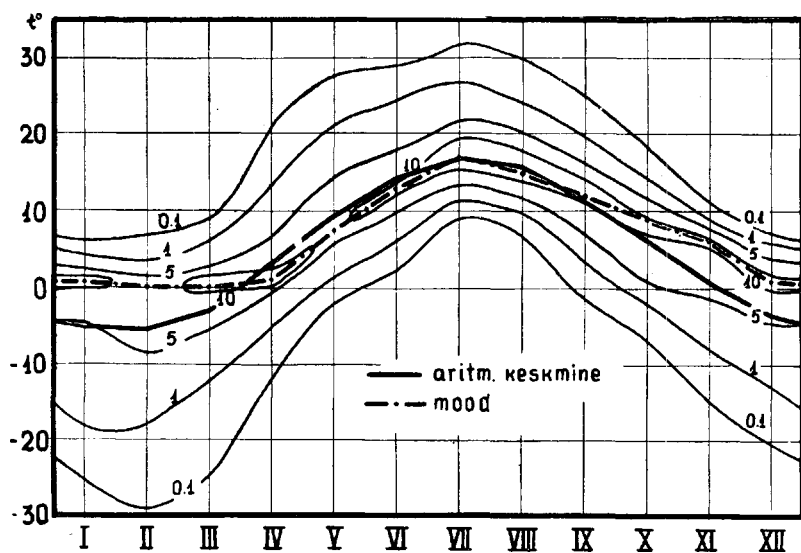
Joonis nr. 34. Õhutemperatuuride sageduste isopleedid protsentides vaatluste koguarvust Tartus 1923—37.



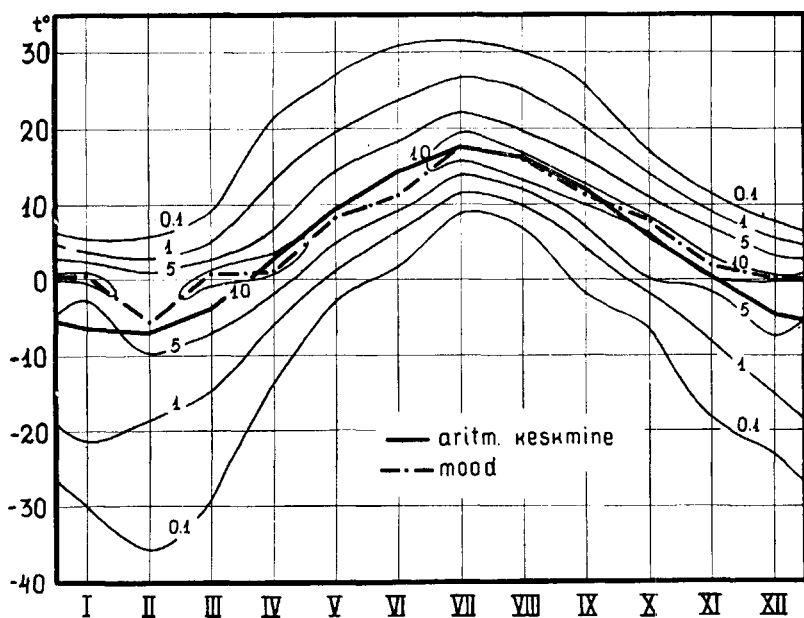
Joonis nr. 35. Õhutemperatuuride sageduste isopleedid protsentides vaatluste koguarvust Tallinnas 1923—37.



Joonis nr. 36. Õhutemperatuuride sageduste isopleedid protsentides vaatluste koguarvust Vilsandis 1923—37.



Joonis nr. 37. Õhutemperatuuride sageduste isopleedid protsentides vaatluste koguarvust Pärnus 1923—37.



Joonis nr. 38. Õhutemperatuuride sageduste isopleedid protsentides vaatluste koguarvust Narva-Jõesuus 1923—37.

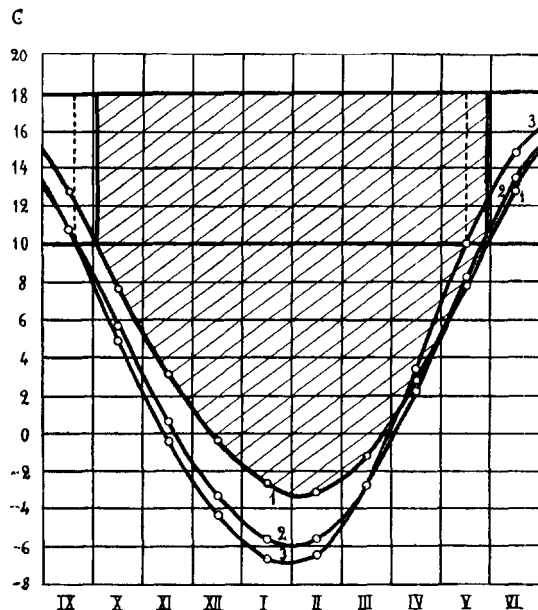
Võrreldes üksikute jaamade kuu keskmisi temperatuure samade kuude mooditemperatuuridega, näeme, et alates detsembrist kuni märtsini on viimased tunduvalt kõrgemad esimestest, s. o. kuu keskmistest temperatuuridest. Vastupidine vahekord esineb aprillis, mais, juunis ja osaliselt ka juulis, kus kuu keskmised temperatuurid on kõrgemad mooditemperatuuridest. See nähtus on tingitud sellest, et talvekuudel meile levivatest õhumassidest esineb üksikuid väga madalate temperatuuridega, kuna suvekuudel on see vastupidi, s. t. üksikute soojade õhumasside temperatuur on suhteliselt väga kõrge.

Üldiselt näeme, et Eestis valitseb detsembrist aprillini enam-vähem ühtlane temperatuur moodiga $0-2^{\circ}$, kusjuures erandiks on vaid Narva-Jõesuu veebruar -6 -kraadilise moodiga. Teistel kuudel on üleminek ühe kuu mooditemperatuurist teise kuu mooditemperatuuri tunduvalt suurem, kusjuures suurim moodi tõus esineb aprillist maisse ja suurim langus oktoobrist novembrisse.

Edasi järgneb talviste kütteolude käsitus sõltuvuses õhutemperatuurist. Nagu teada, oleneb talvel elamute soojendamiseks tarvitata kütteinete hulk ühelt poolt talve kestusest, s. o. küttepäevade üldarvust, teiselt poolt aga vahest eluruumide ja välisõhu temperatuuri vahel. Lugeses normaalseks tubaseks temperatuuriks 18°C ja oletades, et öö-päeva kestel tarvitata küttepuude hulk on proportsionaalne eluruumide ja välisõhu temperatuuri vahega, on võimalik leida lihtsat arvtegurit erinevate maakohtade kütteolude võrdlemiseks. Selleks tuleb kütteperioodi algusest kuni selle lõpuni summeerida igapäevased temperatuurivahed välisõhu ja eluruumide temperatuuri (18°) vahel. Küttepäevadeks loetakse harilikult need päevad, mil päevane keskmine õhutemperatuur on alla 10° . Sel viisil arvutatud summat nimetatakse vastavas erikirjanduses küttepäevkraadiks.

Ülevaate saamiseks on järgneval joonisel antud 70 aasta keskmised küttepäev-kraadid Vilsandi, Tallinna ja Tartu kohta.

Joonise kolm kõverat kujutavad õhutemperatuuri keskmist aastast käiku Vilsandis (kõver 1), Tallinnas (kõver 2) ja Tartus (kõver 3), kuna kriipsutatud pindala väljendab küttepäev-kraade Vilsandi kohta. Nagu joonisest näha, algab kütteperiood Tallinnas ja Tartus varemini ja lõpeb ka kevadel varemini võrreldes Vilsandiga. Võrdluseks on tabelis nr. 21 antud keskmised küttepäevade arvud aasta kohta vastavate küttepäev-kraadidega viie Eesti ja mõningate välismaa meteoroloogiajaamade kohta.



Joonis nr. 39. Küttepäev-kraadid Vilsandis, Tallinnas ja Tartus.

1. Vilsandi
2. Tallinn
3. Tartu

Tabel nr. 21.

Küttepäevade ja küttepäevkraadide keskmised.

	Kütte- päevad	Küttepäev— kraadid		Kütte- päevad	Küttepäev— kraadid
Tallinn . . .	247	4434	Nizza . . .	134	1400
Tartu . . .	241	4454	Pariis . . .	182	2390
Vilsandi . .	241	3919	Bergen . . .	239	3340
Pärnu . . .	237	4259	Viin . . .	187	2910
Narva-Jõesuu	240	4491	Stokholm . .	241	4030
Hamburg . .	208	3020	Helsingi . .	250	4650
Stettin . . .	205	3120	Arhangelsk .	274	6070
Napoli . . .	84	770	Kiiev . . .	208	3810
Madrid . . .	136	1540	Moskva . . .	231	4840
Tiflis . . .	151	2120	Oxford . . .	206	2500

Tabelist on näha, et küttepäev-kraadid iesloomustavad õige-
mini teatud maakoha talviseid kütteleulusid võrreldes küttepäeva-

dega. Nii näiteks on Moskvast kütteperiood lühem kui Tallinnas, selle peale vaatamata on aga küttepäev-kraadide arv talvise madala temperatuuri tõttu suurem.

Maatemperatuuri vaatlused.

Lisaks õhutemperatuuri vaatlustele on allpool toodud andmeid Tartu Meteoroloogia Observatooriumis toimetatud maatemperatuuri vaatlustest mitmesuguses sügavuses. Maatemperatuuri vaatlused toimuvad Observatooriumi aias alates 1926. a. Termomeetrite asukoht hoitakse soojal aastapoleel rohuta, talvel aga aetakse sealt lumi ära. Termomeetrid on paigutatud 0,0, 0,1, 0,2, 0,5, 1,0, 2,0, 3,0 ja 5,0 m sügavusse. Suuremates sügavustes (0,5—5,0 m) on termomeetrid asetatud puust kaitsetorudesse, mis on varustatud maakihi temperatuuri paremaks juhtimiseks paksu vaskpõhjaga. Temperatuuri mõõtmiseks vähematel sügavustel (0,0 kuni 0,2 m) on kasutatud Fuess'i mullatermomeetreid ilma kaitsetoruta. Vähemates sügavustes (0,0—0,2 m) on vaatlusi tehtud ainult soojal aastapoleel. Ülemine (0,0 m) termomeeter on asetatud maapinda nii sügavale, et termomeetri elavhõbedakuuli ülemine äär on kaetud 1—2 mm paksuse mullakihihiga. Termomeetrite-alune maakiht koosneb peamiselt liivast, sisaldades kohati vähesel määral ka savi. Lisaks maatemperatuuri vaatlustele on maapinnale asetatud maksimum- ja miinimumtermomeetritelt loetud

Tabel nr. 22.

Kuu ja aasta keskmised maatemperatuurid 1926—36.

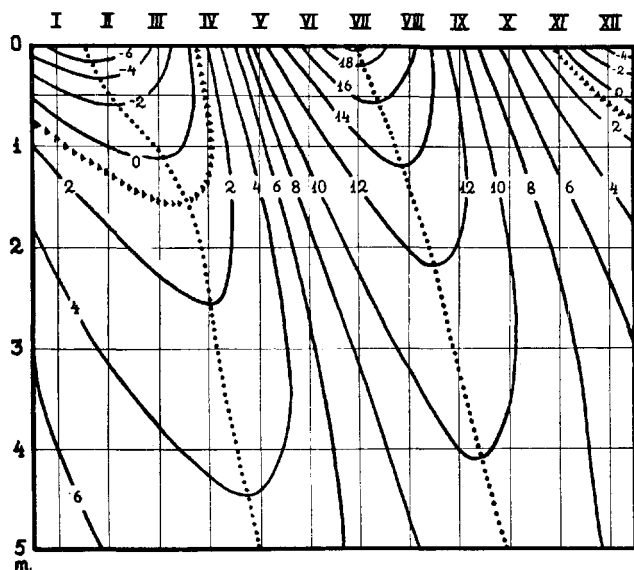
Kuu \ Sügavus m	0.0	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0
Jaauanar . .	— 6.37	—	—	— 1.41	0.96	3.60	4.93	6.79
Veebruar . .	— 7.82	—	—	— 2.56	0.01	2.46	3.74	5.93
Märts . . .	— 3.36	—	—	— 1.43	— 0.28	1.76	2.92	5.36
Aprill . . .	3.27	—	—	0.48	0.36	1.53	2.46	4.86
Mai	12.03	10.67	9.78	7.32	4.73	3.07	2.92	4.43
Juuni	17.13	15.72	14.86	12.81	10.42	7.03	5.50	5.06
Juuli	20.20	18.76	18.01	16.15	13.86	10.31	8.30	6.43
August . . .	16.77	16.33	15.95	15.31	14.41	12.16	10.46	7.89
September .	11.15	11.02	11.06	11.55	12.13	11.87	11.08	8.87
Oktoober . .	5.31	5.75	6.08	7.07	8.67	9.98	10.16	9.13
November .	0.35	—	—	3.76	5.73	7.69	8.48	8.65
Detsember .	— 4.32	—	—	0.69	3.09	5.75	6.67	7.83
Aasta	5.36	—	—	5.81	6.17	6.43	6.47	6.77

igapäevane kõrgeim ja madalaim temperatuur maapinnal. Et mainitud termomeetrid pole varjatud päikese kiirte ega sademete eest, erinevad nende abil määratud äärmustemperatuurid teatud määral tõelistest maapinna äärmustemperatuuridest. See on eriti maksev maksimumtermomeetri suhtes, mille andmed on sageli kõrgemad maapinnale asetatud 0,0 termomeetri lugemeist.

Tabel nr. 22 sisaldab kuu ja aasta keskmisi maatemperatuure 0,0—5,0 m sügavuseni 11 aasta jooksul tehtud vaatlustest (1926—36).

Järgnevates tabelites (nr. 23, 24) on antud vastavalt kõrgeimad ja madalaimad kuu keskmised maatemperatuurid samade sügavuste kohta, nagu eelmiseski tabelis.

Et selgemat ülevaadet saada temperatuuri levimisest maa sees, on järgneval joonisel temperatuuri-isopleetidega kujutatud tabeli nr. 22 alusel temperatuuri keskmised jaotused maapinnalt kuni 5,0 m sügavuseni.



Joonis nr. 40. Maatemperatuuri isopleedid Tartus 1926—36.

Tabelid nr. 25 ja 26 sisaldavad kuude järgi abs. maksimum- ja miinimum-temperatuure tähtajalistest vaatlustest 11 a. vältel

(1926—36). Lisaks äärmustemperatuuridele tähtajalistest vaatlustest on tabeli esimesse veergu märgitud vastavalt abs. maksimum- ja abs. miinimum-temperatuurid maapinnale asetatud äärmustermomeetrite järgi.

Tabel nr. 23.

Kõrgeimad kuu keskmised maatemperatuurid Tartus 1926—36.

Sügavus m Kuu	0.0	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0
Jaanuar . .	— 1.54	—	—	1.11	2.52	4.46	5.51	7.51
Veebruar . .	— 3.63	—	—	— 0.44	1.26	3.33	4.39	6.41
Märts . . .	— 0.35	—	—	— 0.06	0.87	2.51	3.52	5.66
Aprill . . .	6.30	—	—	2.99	2.47	2.56	3.11	5.40
Mai	13.97	13.08	12.21	10.50	8.38	5.38	4.35	4.89
Juuni	20.19	18.37	17.32	15.85	12.71	8.74	6.82	5.74
Juuli	24.45	21.98	20.72	18.27	15.85	12.19	9.73	7.25
August . . .	19.46	18.33	17.73	16.71	15.25	13.44	11.64	8.72
September .	14.80	13.95	13.77	13.90	13.78	13.00	11.96	9.55
Oktoober . .	7.95	8.22	8.46	9.31	10.50	11.55	11.49	9.76
November . .	2.97	—	—	5.19	8.56	9.08	9.84	9.47
Detsember .	0.18	—	—	2.78	5.93	8.65	7.73	8.65

Tabel nr. 24.

Madalaimad kuu keskmised maatemperatuurid Tartus 1926—36.

Sügavus m Kuu	0.0	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0
Jaanuar . .	— 10.76	—	—	— 3.55	— 0.06	2.86	4.28	5.98
Veebruar . .	— 16.62	—	—	— 7.18	— 1.70	1.65	3.11	5.22
Märts . . .	— 6.92	—	—	— 3.06	— 1.56	0.93	2.30	5.02
Aprill . . .	— 1.70	—	—	— 0.67	— 0.66	0.71	1.81	4.29
Mai	8.94	7.57	6.77	4.27	1.44	0.81	1.64	3.25
Juuni	13.81	12.77	12.19	10.73	8.59	4.96	3.60	3.97
Juuli	16.82	15.48	14.90	13.31	12.57	9.06	7.09	5.39
August . . .	13.00	14.90	14.64	13.65	12.83	10.54	9.14	6.90
September .	8.67	9.08	9.26	10.37	10.68	10.90	10.11	8.03
Oktoober . .	2.85	3.31	3.69	5.44	7.17	9.07	9.34	8.32
November . .	— 3.54	—	—	2.13	4.52	6.74	7.60	7.82
Detsember .	— 7.81	—	—	— 1.64	1.39	4.55	5.96	6.87

Tabel nr. 25.

Maatemperatuuri absoluutne maksimum 1926—36.

Sügavus m Kuu	Maks. maa- pinnal	0.0	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0
Jaanuar . .	4.5	—	—	—	2.3	3.4	5.2	6.5	8.1
Veebruar . .	7.3	—	—	—	0.4	2.1	3.8	4.9	6.9
Märts . . .	14.7	—	—	—	0.1	0.9	2.8	3.9	6.1
Aprill . . .	27.4	—	—	—	7.2	4.9	3.7	3.4	5.5
Mai	41.0	32.5	23.0	20.6	14.7	11.0	7.0	5.6	5.1
Juuni	44.0	37.3	24.9	22.9	19.2	15.0	10.9	8.2	6.4
Juuli	42.6	42.3	27.2	25.7	21.4	17.0	13.3	10.9	8.1
August . . .	36.6	37.0	24.8	23.3	18.7	16.4	13.5	12.0	9.3
September .	32.0	26.7	19.2	17.3	16.0	14.6	13.3	12.0	9.7
Oktoober . .	25.7	15.6	13.6	13.1	12.4	12.4	12.6	11.9	9.8
November .	13.2	—	—	—	8.5	9.7	10.4	10.7	9.7
Detsember .	7.3	—	—	—	4.3	7.4	7.8	8.8	9.1

Tabel nr. 26.

Maatemperatuuri absoluutne miinimum 1926—36.

Sügavus m Kuu	Miin. maa- pinnal	0.0	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0
Jaanuar . .	— 25.6	—	—	—	— 8.2	— 1.1	2.1	3.6	5.5
Veebruar . .	— 30.6	—	—	—	— 10.6	— 2.9	1.3	2.7	4.7
Märts . . .	— 24.5	—	—	—	— 7.1	— 2.8	0.8	1.9	4.3
Aprill . . .	— 12.6	—	—	—	— 2.0	— 1.0	0.7	1.7	3.8
Mai	— 6.2	0.0	0.9	1.8	— 0.1	— 1.3	0.7	1.6	3.1
Juuni	— 1.6	4.4	3.2	7.0	6.8	5.9	2.2	1.7	3.4
Juuli	4.0	8.4	9.7	11.1	12.1	11.1	7.4	5.4	4.6
August . . .	3.0	7.6	8.4	10.5	12.0	12.0	10.0	8.5	4.2
September .	— 6.2	0.0	1.1	3.0	6.6	8.7	10.4	9.8	7.9
Oktoober . .	— 10.4	— 2.6	— 0.6	0.3	2.2	4.4	7.8	7.2	8.3
November .	— 16.5	—	—	—	— 0.1	2.6	5.7	6.8	7.4
Detsember .	— 22.3	—	—	—	— 3.9	0.2	3.6	5.0	6.4

Erilist huvi pakub viimane tabel (nr. 26), millest on näha, et Tartus maapinna külmumispiir ulatub alla 1,5 m.

Harmoonilise analüüsi abil on määratud kuu keskmistest temperatuuridest (tabel nr. 22) kuupäevad, mil aastases temperatuuri käigus esinevad keskmine madalaim ja kõrgeim temperatuur. Nimetatud kuupäevad ühes vastavate temperatuuridega on toodud järgmises tabelis (nr. 27).

Tabel nr. 27.

Kuupäevad keskmise kõrgeima ja madalaima maatemperatuuriga.

Sügavus m	Maksimum		Miinimum	
	Temperatuur	Kuupäev	Temperatuur	Kuupäev
0.0	19.7	14. VII	— 7.6	3. II
0.5	16.3	30. VII	— 2.4	8. II
1.0	14.5	6. VIII	— 0.4	25. III
2.0	12.3	29. VIII	1.4	12. IV
3.0	11.0	10. IX	2.4	19. IV
5.0	9.1	12. X	4.5	16. V

Tabelis nr. 27 esinevate andmete järgi on tuletatud võrrand aastase temperatuuri amplituudi määramiseks sügavusega.

$$t_h = 23.0 e - 0.33 h.$$

Siin tähendab h sügavust meetrites, t_h keskmist aastast temperatuuri amplituudi h m sügavusel ja e naturaall-logaritmi alust. Sellest valemist leiame, et sügavus, milles aastane temperatuuri amplituud on veel 0.05° , on 19 ± 2 m.

II. Õhurõhk.

Õhurõhu vaatlustest on käesolevas töös tarvitatud andmeid nendest jaamadest, kus vaatlusi on pidevalt tehtud vähemalt 20 aastat. Seda nõuet rahuldavad Eesti territooriumil 5 meteoroloogiajaama: Tartu, Tallinn, Pärnu, Narva-Jõesuu ja Vilsandi.

Järgnevas tabelites esinevad õhurõhu keskmised on taandatud Tartu Ülikooli Meteoroloogia Observatooriumi vaatluste abil 70 aasta pikkusele ajavahemikule (1866—1935) ja tõelistele, s. o. 24-tunnilistele keskmistele. Vahed tõeliste, s. o. iga tunni õhurõhuandmeist määratud kuukeskmiste ja kolmest tähtajalisest vaatlusest (7^h , 13^h ja 21^h) arvutatud õhurõhu kuukeskmiste vahel on tuletatud Tartu Meteoroloogia Observatooriumi vaatluste järgi. Selleks on 10 aasta vaatlustest arvutatud kuu keskmised õhurõhud kolmest tähtajalisest vaatlusest (7^h , 13^h , 21^h) ja elavhõbeda barograafi andmetest tõelised 24-tunnilised kuu keskmised. Vahed tõeliste ja kolmest tähtajast määratud keskmiste vahel on antud järgnevas tabelis (nr. 28) mb-des.

Jaamade baromeetrite instrumentaalvigade määramine toimus Tartu Meteoroloogia Observatooriumi normaalbaromeetri abil (Wild-Fuess nr. 560), mis omakorda on võrreldud Vene Geo-

füüsika Pea-observatooriumi baromeetriga a. 1921. ja Läti Ülikooli Meteoroloogia Observatooriumi baromeetriga a. 1926. Mõlemad võrdlused andsid võrdse instrumentaal-õienduse $+0.2$ mm.

Tabel nr. 28.

Vahed tõeliste ja kolmest tähtajalisest vaatlusest arvatud kuu ja aasta keskmiste õhurõhkude vahel Tartu Meteoroloogia Observatooriumi vaatluste järgi millibaarides.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
0.04	-0.08	0.00	-0.08	-0.12	-0.07	-0.07	-0.04	-0.08	0.04	-0.04	0.11	-0.03

Järgnevas tabelis (nr. 29) on antud viiest meteoroloogiajaamast 70 aasta pikkusele ajavahemikule taandatud tõelised õhurõhu kuu- ja aastakeskmised jaamades asuvate baromeetrite kõrgustel, s. o. merepinnale taandamata.

Tabelist näeme, et kõigis jaamades on märgata mai- ja oktoobrikuul kõrgemat õhurõhku, kuna peale selle esineb veel jaa-

Tabel nr. 29.

Tõelised õhurõhu kuu- ja aastakeskmised jaamade baromeetrite kõrgustel (1866—1935) mb-des.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	1005.0	1004.3	1003.2	1003.6	1004.8	1002.7	1001.3	1001.9	1004.0	1004.5	1003.6	1003.3	1003.5
Tallinn	1008.5	1008.5	1007.8	1008.3	1009.4	1007.1	1005.7	1006.1	1008.0	1008.1	1007.2	1007.0	1007.7
Pärnu	1014.0	1013.6	1012.9	1012.7	1013.8	1011.8	1010.1	1010.6	1012.9	1013.4	1012.4	1012.3	1012.5
Narva-J.	1013.9	1013.5	1012.0	1012.7	1013.6	1011.1	1009.7	1010.3	1012.1	1012.8	1012.3	1012.2	1012.2
Vilsandi	1012.4	1012.4	1012.4	1012.1	1013.4	1011.6	1009.8	1010.3	1012.3	1012.3	1011.0	1010.9	1011.8

Tabel nr. 30.

Tõelised õhurõhu kuu- ja aastakeskmised merepinnal (1866—1935) mb-des.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta	h
Tartu	1015.5	1014.8	1013.7	1013.7	1014.7	1012.4	1011.0	1011.6	1013.9	1014.6	1013.9	1013.8	1013.6	80.8
Tallinn	1014.3	1014.3	1013.6	1014.0	1014.9	1012.5	1011.1	1011.5	1013.5	1013.7	1012.9	1012.8	1013.3	44.6
Pärnu	1015.3	1014.9	1014.2	1013.9	1015.0	1013.0	1011.3	1011.8	1014.1	1014.6	1013.6	1013.6	1013.8	9.6
Narva-J.	1014.4	1014.0	1012.5	1013.2	1014.1	1011.6	1010.2	1010.8	1012.6	1013.3	1012.8	1012.7	1012.8	9.8
Vilsandi	1013.3	1013.3	1013.3	1013.0	1014.3	1012.5	1010.7	1011.2	1013.2	1013.2	1011.9	1011.8	1012.6	8.0

nuaris või veebruaris õhurõhu tõus. Madalaim kuu keskmine õhurõhk langeb erandita juulikuule.

Tabelis nr. 30 on antud merepinnale taandatud kuu ja aasta õhurõhu 70 a. keskmised. Taandamine on toimunud oletusel, et kõigil kuudel on õhutemperatuuri gradient 100 m peale 0.5° . Baromeetrite kõrgused merepinnalt on antud tabeli viimases veerus (h) meetrites.

Õhurõhu aastase käigu iseloomustamiseks on harmoonilise analüüsi abil tuletatud Tartu Meteoroloogia Observatooriumi vaatluste järgi võrrand kolme siinusliikmega:

$$y = 1003.51 + 0.87 \sin(69^{\circ} 51' + x) + 0.62 \sin(226^{\circ} 27' + 2x) + 1.05 \sin(19^{\circ} 47' + 3x).$$

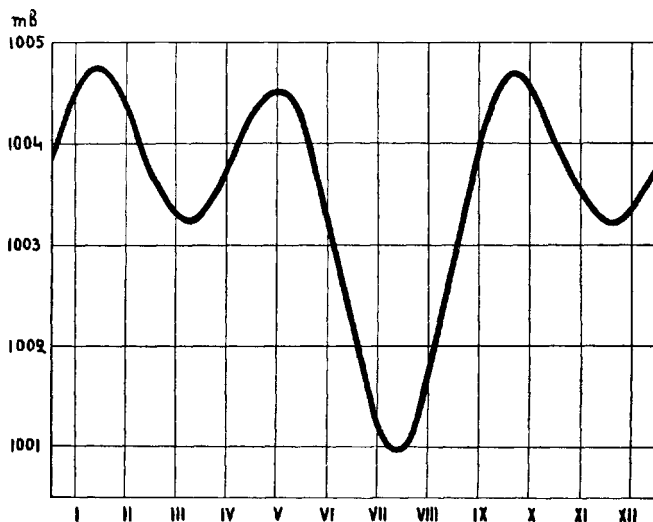
Selle võrrandi abil on määratud õhurõhu maksimumide ja miinimumide ajamomendid ühes vastavate õhurõhu väärtustega, mis on esitatud tabelis nr. 31.

Tabel nr. 31.

Keskmesid õhurõhu maksimumid ja miinimumid õhurõhu aastases käigus Tartu Meteoroloogia Observatooriumi vaatluste järgi.

Maksimumid	1004.8 — 24. I	1004.5 — 15. V	1004.7 — 4. X
Miinimumid	1003.2 — 24. III	1001.0 — 25. VII	1003.2 — 27. XI

Joonisel nr. 41 on antud õhurõhu aastane käik Tartus 70 a. vaatluste põhjal millibaarides pideva kõveraga,



Joonis nr. 41. Õhurõhu aastane käik Tartus 1866—1935.

Järgnevates tabelites (nr. 32, 33) on antud vastavalt kõrgeimad ja madalaimad kuu ja aasta tõelised keskmised õhurõhud baromeetrite kõrgustelt.

Tabel nr. 32.

Kõrgeimad kuu ja aasta tõelised keskmised õhurõhud baromeetrite kõrgustel 1920—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	1018.2	1022.4	1018.3	1013.9	1012.6	1009.7	1006.6	1007.8	1013.9	1016.7	1015.5	1017.6	1007.9
Tallinn	1022.9	1027.0	1021.9	1020.8	1017.5	1011.4	1010.4	1011.5	1017.2	1019.8	1020.2	1019.3	1011.1
Pärnu	1027.2	1030.4	1026.1	1021.6	1019.4	1015.7	1015.0	1015.7	1022.0	1024.7	1024.2	1025.2	1014.9
Narva-J.	1028.2	1030.9	1029.1	1024.3	1019.7	1014.7	1013.9	1013.7	1023.0	1026.7	1026.1	1027.9	1014.3
Vilsandi	1025.4	1029.9	1024.2	1018.1	1018.3	1016.0	1015.8	1014.1	1017.8	1024.7	1022.3	1022.9	1014.7

Tabel nr. 33.

Madalaimad kuu ja aasta tõelised keskmised õhurõhud baromeetrite kõrgustel 1920—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	992.4	988.4	988.2	993.2	999.1	995.5	994.4	995.1	994.1	993.5	991.4	991.8	1000.6
Tallinn	995.4	992.4	992.2	996.7	1000.2	1000.2	998.0	997.3	997.1	996.3	996.0	994.4	1002.0
Pärnu	1001.7	997.8	997.7	1002.0	1007.5	1004.7	1002.6	1001.2	1002.6	1002.4	1002.3	1000.6	1009.3
Narva-J.	1001.1	997.7	1004.6	1000.8	1008.8	1003.7	1003.4	1004.2	1002.1	1001.9	1001.9	1001.3	1008.4
Vilsandi	1000.7	995.7	1005.5	1001.6	1008.3	1005.2	1002.7	1006.0	1004.9	1001.5	1000.7	1001.1	1009.3

Tabelitest (nr. 32, 33) on näha, et vahed kõrgeimate ja madalaimate kuu ja aasta õhurõhu keskmiste vahel on suurimad Tartu Ülikooli Meteoroloogia Observatooriumi vaatlustes, mis on seletatav viimaste pikema vaatlusperioodiga. Õhurõhu kuu- ja aasta-keskmiste võnkumiste iseloomustamiseks on Tartu Ülikooli Meteoroloogia Observatooriumi vaatluste järgi määratud kuu ja aasta keskmised õhurõhu muutuvused, mis on esitatud tabelis nr. 34.

Tabel nr. 34.

Keskmised kuu ja aasta õhurõhu muutuvused Tartu Meteoroloogia Observatooriumi vaatluste järgi.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
4.8	5.5	4.4	3.0	2.5	2.1	2.4	2.4	3.1	4.8	4.5	5.3	1.1

Tabelist selgub, et suurimad keskmised õhurõhu võnkumised esinevad sügis- ja talvekuudel, kuna soojal aastapoolel (V—IX) on õhurõhu võnkumised tunduvalt vähemad, mis on seletatav nõrgema tsüklonaalse tegevusega suvekuudel.

Tabelid nr. 35 ja 36 sisaldavad vastavalt kuu ja aasta keskmisi õhurõhu maksimume ja miinimume. Keskmised õhurõhu maksimumid ja miinimumid kujutavad endast aritmeetilisi keskmisi vastavate kuude iga-aastastest äärmusväärtustest.

Tabel nr. 35.

Kuu ja aasta keskmised õhurõhu maksimumid.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu (1866—1935)	1031.6	1029.8	1025.2	1022.3	1020.9	1017.1	1014.2	1016.0	1021.2	1024.8	1027.0	1027.7	1037.3
Tallinn (1872—1935)	1032.9	1031.7	1027.0	1025.0	1023.4	1019.7	1016.6	1018.0	1023.1	1026.4	1029.1	1029.7	1038.9

Tabel nr. 36.

Kuu ja aasta keskmised õhurõhu miinimumid.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu (1866—1935)	974.2	974.7	978.9	983.3	987.7	987.6	988.7	986.6	984.3	980.2	977.5	975.4	964.0
Tallinn (1872—1935)	974.3	977.1	979.7	985.1	989.8	989.8	990.7	988.3	985.9	980.7	978.7	976.4	964.5

Erilist huvi õhurõhu kõikumiste iseloomustamiseks pakuvad kuu ja aasta absoluutsed maksimumid ja miinimumid, mis on mahutatud tabelitesse nr. 37 ja 38. Äärmusväärtused on antud, nagu eelmistegi tabelite andmed, baromeetrite kõrgustel, s. o. merepinna taandamata.

Õhurõhu äärmusväärtustest väärivad erilist tähelepanu Tartu Ülikooli Meteoroloogia Observatooriumi vaatlused, millel on pikim kestus Eesti meteoroloogiajaamadest. Tabelist selgub, et õhurõhu abs. kõikumus Tartus 70 a. vaatluste järgi on 112 mb.

Õhurõhu ööpäevase käigu määramiseks on kasutatud vaid Tartu Ülikooli Meteoroloogia Observatooriumi vaatlusi, mis alates 1926. aastast on läbi töötatud iga tunni kohta. Harmoonilise ana-

lülüsi abil on tuletatud 10-aastastest igatunnilistest õhurõhukeskmistest võrrand kahe siinusliikmega:

$$y = 1003.48 + 0.05 \sin (138^{\circ} 48' + x) + 0.13 \sin (121^{\circ} 02' + 2x).$$

Võrrandist on määratud õhurõhu ööpäevase käigu maksimumide ja miinimumide ajamomendid ühes vastavate õhurõhu väärtustega, mis on esitatud tabelis nr. 39.

Tabel nr. 37.

Ohurõhu absoluutsed kuu ja aasta maksimumid.

	I	II	III	IV	V	VI	VII
Tartu (1866—1935)	1054.0	1043.7	1041.6	1035.7	1036.0	1022.4	1023.7
Tallinn (1872—1935) . . .	1059.9	1044.3	1043.7	1040.6	1041.0	1026.4	1027.1
Pärnu (1878—1914, 1920—35)	1065.0	1047.9	1046.4	1043.5	1038.9	1029.5	1031.0
Narva-Jõesuu (1886—1904, 1920—35)	1050.7	1048.7	1048.2	1045.3	1042.4	1032.2	1026.9
Vilsandi (1908—12, 1920—35)	1054.1	1045.2	1045.0	1043.8	1034.6	1030.1	1033.0

	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu (1866—1935)	1023.4	1031.1	1040.7	1040.3	1044.7	1054.0
Tallinn (1872—1935) . . .	1029.6	1035.3	1044.8	1044.8	1047.7	1059.9
Pärnu (1878—1914, 1920—35)	1031.9	1038.9	1048.4	1049.2	1053.0	1065.0
Narva-Jõesuu (1886—1904, 1920—35)	1028.7	1039.4	1037.8	1049.1	1052.4	1052.0
Vilsandi (1908—12, 1920—35)	1031.9	1036.0	1046.7	1049.2	1045.9	1054.1

Tabel nr. 38.

Õhurõhu absoluutsed kuu ja aasta miinimumid.

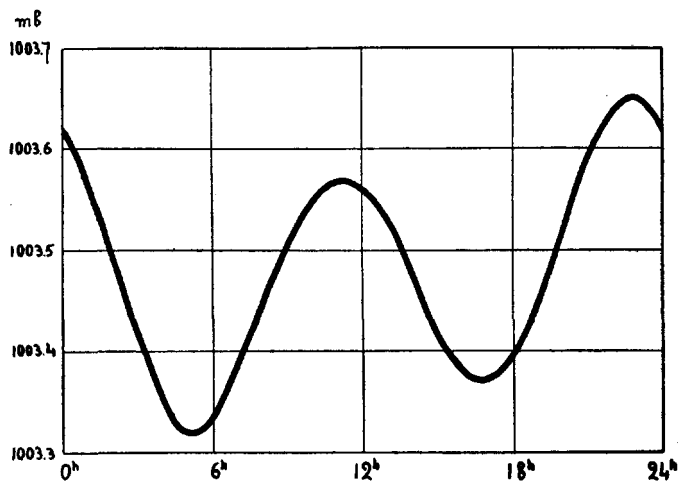
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu (1866—1935)	942.0	949.6	955.5	960.4	971.1	972.6	970.1	969.2	961.3	963.5	955.5	943.4	942.0
Tallinn (1872—1935)	951.0	949.9	959.0	967.8	975.8	976.0	975.5	975.9	963.1	962.7	961.2	947.4	947.4
Pärnu (1878—1914, 1920—35)	955.4	957.5	963.8	972.8	981.0	982.9	980.2	981.1	966.7	967.3	969.9	953.3	953.3
Narva-J. (1886—1904, 1920—35)	953.3	958.3	974.4	973.6	983.3	983.8	982.0	976.4	977.3	973.3	968.8	956.7	953.3
Vilsandi (1908—12, 1920—35)	953.0	962.6	975.1	970.1	985.2	985.3	976.2	984.0	974.6	968.4	970.4	957.2	953.0

Tabel nr. 39.

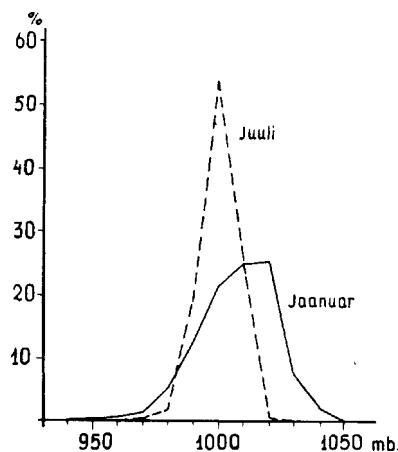
Õhurõhu ööpäevase käigu keskmised maksimumid ja miinimumid
Tartus.

Maksimumid	1003.6 — 11h 11m	1003.6 — 22h 46m
Miinimumid	1003.3 — 5h 14m	1003.4 — 16h 42m

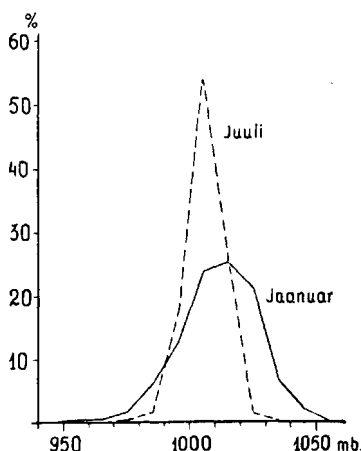
Joonisel nr. 42 on antud kõveraga õhurõhu ööpäevane käik
eespool-nimetatud võrrandi järgi.



Joonis nr. 42. Õhurõhu ööpäevane käik Tartus 1926—35.



Joonis nr. 43. Õhurõhu sagedusjaotus Tartus 1926—35.



Joonis nr. 44. Õhurõhu sagedusjaotus Tallinnas 1926—35.

Õhurõhu sagedusjaotuse iseloomustamiseks on koostatud jaanuari ja juuli kohta Tartu ja Tallinna kolmest päevasest vaatlusest ajavahemikus 1926—35 vastavad sageduskõverad, mis on esitatud joonistel nr. 43 ja 44. Klassilauseks on võetud 10 mb, kusjuures üksikrõhkude esinemissagedused on väljendatud protsentides vaatluste üldarvust.

Mõlemate jaamade sageduskõverad on peaaegu sümmeetrilised, kusjuures õhurõhu muutused jaanuarikuul toimuvad tunduvalt laiemas ulatuses ja ühenduses sellega on kõrgeim õhurõhu sagedus iseloomustatud suhteliselt vähema arvuga kui juulikuul.

III. Sademed.

Sademetega jaotuse iseloomustamiseks Eestis on kasutatud 13 aasta vaatlusi (1923—35). Vene valitsuse ajal toimetatud vaatlused on jäetud nii kuu kui ka aasta keskmiste sademehulkade arvutamisel kui ka sademete samajoonte kaartide koostamisel arvestamata, sest Maailmasõja ajal katkes vaatluste toimetamine peaaegu kõigis jaamades, mille tõttu tekkis vaatlustes mitmeaastane lünk. Pärast Vabadussõja lõppu tuli organiseerida uus sademetejaamade võrk uute vaatluskohtadega.

Kõik sademete vaatlused on toimetatud 500 sm² püüdepinnaga Vene tüüpi sademetemõõtjatega, mille ülemise serva kõrgus maapinnalt on 2 m. Kõik sademetemõõtjad on varustatud Nifer'i tuulekaitsega. Et vaatljad on sademetevaatlusi toimetanud tasuta, piirduvad paljude jaamade andmed lühema vaatlusperioodiga. All-

pool-järgnevates tabelites on toodud andmed ainult nendest jaamadest, mis on pidevalt töötanud kogu eespool-mainitud aastate vältel. Lühemas ajavahemikus töötanud vaatlusjaamade vaatlusi on kasutatud vaid sademete samajoonte kaartide koostamisel.

Järgnevas tabelis (nr. 40) on antud 13 aasta kuu ja aasta keskmised sademetehulgad millimeetrites 39 jaamast.

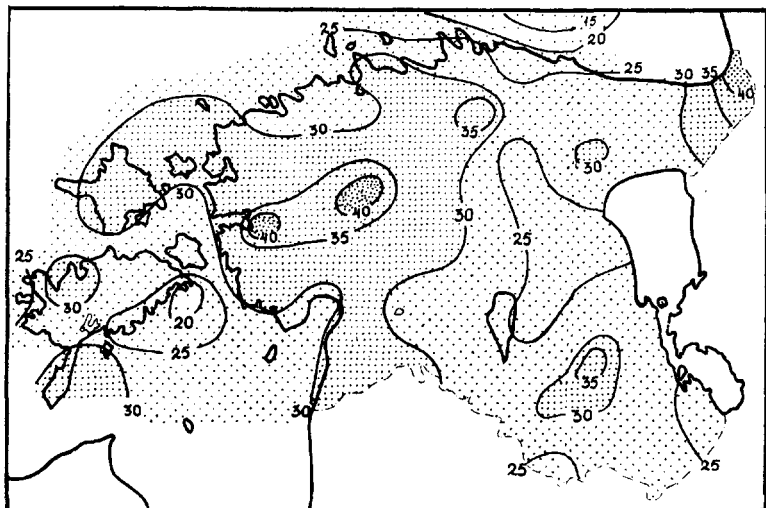
Tabel nr. 40.

Kuu ja aasta keskmised sademetehulgad ühes jaamade geograafiliste koordinaatidega 1923—35.

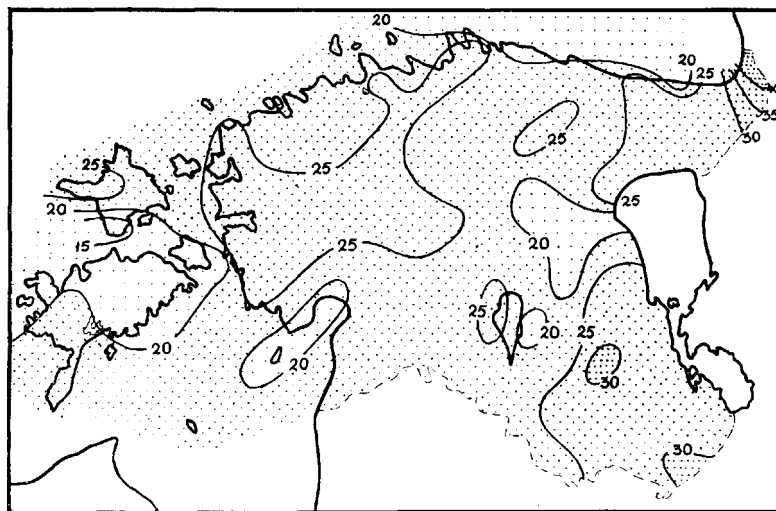
	φ	λ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Abruka . . .	58° 09' 22"	31' 34.2	23.1	27.1	29.3	59.4	41.2	54.8	92.2	72.1	95.6	62.8	32.3	624.1	
Hargla . . .	57° 37' 26"	24' 23.6	23.7	25.4	30.8	67.3	69.6	101.2	96.3	85.2	59.5	49.8	31.9	664.3	
Jäneda . . .	59° 15' 25"	43' 36.4	27.8	27.4	45.9	59.0	55.0	78.1	96.7	82.6	77.4	69.3	40.5	696.1	
Jõgeva . . .	58° 46' 26"	24' 20.3	16.8	22.5	34.7	62.6	64.9	70.8	97.7	72.2	65.9	54.4	24.4	607.2	
Keri . . .	59° 42' 25"	01' 21.3	18.6	22.1	38.2	55.0	40.2	55.7	84.4	72.7	69.7	51.3	31.1	560.3	
Kihelkonna . . .	58° 22' 22"	03' 29.0	21.1	20.7	27.9	49.5	35.0	51.1	82.2	64.0	93.0	62.1	34.4	570.0	
Kuusiku . . .	58° 58' 24"	44' 41.3	29.5	30.2	36.4	58.2	51.6	61.9	102.3	77.9	83.9	65.0	41.9	680.1	
Kübassaare . . .	58° 26' 23"	18' 18.9	13.2	15.9	30.2	50.0	38.4	52.4	67.8	62.6	68.2	53.8	24.7	496.1	
Lihula . . .	58° 41' 23"	50' 44.6	42.3	35.1	36.3	58.8	51.9	68.6	103.4	77.6	81.8	69.4	39.5	709.3	
Liivimõisa . . .	58° 51' 23"	58' 29.2	26.9	29.2	31.1	58.1	49.6	65.8	91.7	69.5	75.8	62.4	37.9	627.8	
Loksa . . .	59° 35' 25"	43' 28.2	27.3	29.8	41.3	55.2	46.3	60.3	84.2	78.2	72.7	56.0	35.6	615.1	
Lõõtsa . . .	58° 39' 23"	19' 19.0	12.9	17.8	27.4	53.0	41.2	47.7	77.0	56.6	58.6	56.3	20.4	487.9	
Naissaar . . .	59° 36' 24"	31' 29.6	24.1	27.8	30.6	56.7	47.5	54.0	78.6	78.8	82.9	61.1	37.2	608.9	
Narva-Jõesuu . . .	59° 28' 28"	02' 51.0	49.9	42.4	48.5	65.8	66.0	72.9	111.4	100.1	89.6	74.0	46.9	818.5	
Nõmme . . .	59° 22' 24"	41' 28.0	22.9	25.6	44.9	65.6	38.2	77.2	98.0	75.6	90.2	61.3	35.6	663.1	
Olustvere . . .	58° 33' 25"	34' 30.9	22.4	27.5	35.0	57.2	58.0	73.3	108.2	78.9	79.2	62.6	33.1	666.3	
Osmussaar . . .	59° 18' 23"	22' 31.2	25.6	27.3	33.2	68.0	38.0	50.3	84.2	72.0	88.2	64.6	36.5	619.1	
Pakri . . .	59° 23' 24"	02' 29.2	22.6	25.4	33.7	59.9	40.3	52.7	91.2	73.0	82.4	57.6	39.2	607.2	
Pärnu . . .	58° 23' 21"	30' 24.6	18.0	23.2	36.5	60.1	50.8	63.1	88.3	79.9	79.0	61.8	29.7	615.0	
Roomassaare . . .	58° 13' 22"	30' 21.2	16.2	18.3	24.3	57.2	36.4	50.4	88.6	66.4	88.4	63.6	25.3	556.3	
Ruhnu . . .	57° 48' 23"	16' 29.0	23.8	25.5	37.3	56.0	43.0	51.2	90.2	62.1	81.6	65.1	35.7	600.5	
Suurupi . . .	59° 28' 24"	23' 26.0	22.6	25.3	35.6	55.1	43.9	70.1	96.9	79.7	79.0	56.6	35.0	625.8	
Sõmerpalu . . .	57° 51' 26"	49' 34.6	31.2	36.7	37.9	71.8	77.3	90.2	103.5	80.1	63.1	57.8	36.2	720.4	
Sõrve . . .	57° 55' 29"	03' 29.6	20.4	21.4	29.4	47.9	38.1	47.9	82.4	58.4	84.9	59.2	30.5	550.1	
Tallinn . . .	59° 26' 24"	48' 33.3	30.5	28.6	38.7	55.8	45.7	62.6	97.8	72.1	78.0	63.2	40.8	647.1	
Tartu . . .	58° 23' 26"	43' 28.7	30.1	31.2	37.1	61.6	60.5	86.2	95.0	78.5	64.0	57.1	33.1	663.1	
Tiirikoja . . .	58° 52' 26"	57' 28.2	26.3	28.2	36.8	60.6	56.3	66.0	94.2	63.4	57.3	52.3	28.5	598.1	
Tooma . . .	58° 52' 26"	16' 28.2	19.5	23.5	42.2	64.0	58.4	75.2	100.3	74.5	66.7	57.8	27.3	632.3	
Tori . . .	58° 29' 24"	49' 30.4	24.4	26.4	31.2	54.3	45.9	61.5	94.5	82.7	83.4	67.0	29.0	630.7	
Vaindlo . . .	59° 49' 26"	22' 13.2	12.3	16.4	34.0	48.1	40.4	48.2	68.8	67.7	62.2	45.2	23.0	479.5	
Vao . . .	59° 06' 26"	12' 35.0	27.3	30.2	44.5	57.7	59.6	74.1	105.4	77.1	78.8	64.4	39.8	693.9	
Väimela . . .	57° 54' 27"	01' 27.8	28.2	30.5	29.0	69.8	71.2	86.9	94.5	79.4	55.2	46.2	28.8	647.5	
Viirelaid . . .	58° 33' 23"	26' 27.6	28.9	28.3	31.7	52.2	46.9	66.3	95.6	70.2	72.8	54.2	27.1	601.8	
Vilsandi . . .	58° 23' 21"	49' 24.4	16.1	17.7	22.6	43.7	31.3	47.3	72.7	63.9	87.6	57.5	29.0	513.8	
Vodja . . .	58° 56' 25"	40' 29.2	21.2	25.8	36.4	60.8	58.0	66.5	97.8	70.0	79.1	60.1	31.6	636.8	
Voltveti . . .	58° 09' 25"	01' 27.6	22.1	31.2	34.6	65.7	54.5	88.7	111.3	86.0	83.1	58.5	29.2	692.5	
Vormsi . . .	59° 02' 23"	07' 28.2	22.5	28.2	26.4	46.9	32.7	44.1	79.0	60.3	76.3	55.6	33.2	533.4	
Võiste . . .	58° 12' 24"	29' 33.4	23.4	30.1	39.0	53.0	48.8	83.4	89.3	79.3	84.3	69.4	33.2	666.6	
Võru . . .	57° 50' 27"	01' 25.8	24.6	30.2	30.3	62.6	65.4	78.2	94.1	76.1	63.0	51.4	29.0	630.7	

Tabelist näeme, et keskmised aastased sademetehulgad Eesti pindalal kõiguvad 480 ja 820 mm vahel, kusjuures sademete-rikkamateks kuudeks on üldiselt juuli, august, september ja ainult kohati ka oktoober, sademetevaesemateks kuudeks on aga jaanuar, veebruar ja märts. Võrreldes üksikute jaamade kuu- ja aastakeskmisi, näeme siin esinevat suuremaid lahkuminekuid, mis on tingitud esimeses järjekorras vaatluskoha kõrgusest, sademete mõõtmise koha erinevast asukohast ja teistest vaatluskohtade eriomadustest. Üldiselt tuleb tähendada, et sademete mõõtmistest saadud andmed on alati vähemad tegelikult allasadanud vihma- või lumehulgast, sest et osa sademeid jääb ühel või teisel viisil arvestamata. Metsamaastikul jääb osa sademeid, eriti peenvihma ja udu korral puuvõradesse, kuna lumesadude korral jääb teatud hulk sademeid märkimata eriti neis jaamades, kus sademete anumad sobiva koha puudumisel on asetatud lagedale väljale, kus tuul osa lund anumatest välja kannab. Selle tõttu näitavad rannikujaa-mad talvel suhteliselt vähemaid sademetehulkasid, võrreldes kaugemal sisemaal asuvate jaamadega. Nii on Abrukal sademete-jaam asetatud puudest varjatud kohale, Kihelkonnal aga elamute vahele, kuna Roomassaare ja Vilsandi jaamas asuvad mõõtanu-mad lagedal väljal, kus tuultega osa lund anumatest välja tuiskab. Nii näeme, et Vilsandis on keskmiselt detsembrist kuni veebrua-rini sademete kuusummad 5 mm võrra vähemad kui Kihelkonnal, kuna Abruka ja Roomassaare kuukeskmiste sademetehulkade va-hed on veelgi suuremad. Edasi esinevad ranniku- ja sisemaa-jaa-made vahel sademetehulkade suhtes vahed, mis on tingitud õhu-masside sunnitud tõusust või langusest vastavalt maapinna kal-lakule.

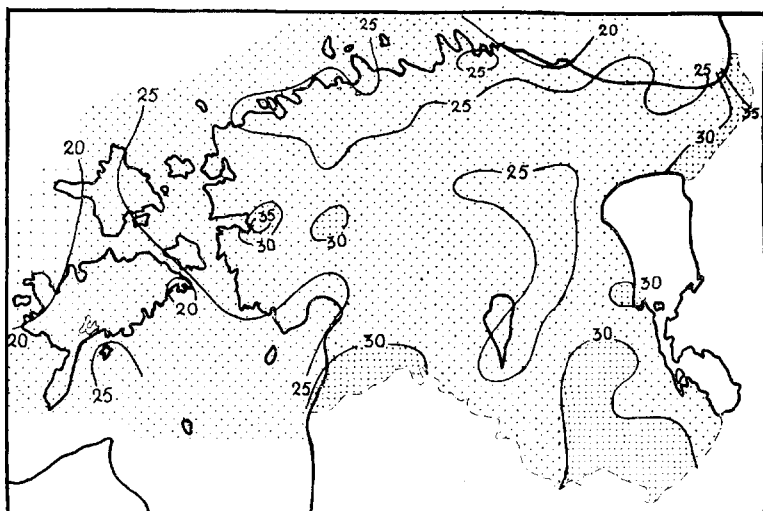
Ülevaate saamiseks sademete üldisest jaotusest Eestis on järg-nevatel joonistel antud keskmised samasademetehulkade kõverad iga 5 mm järgi kuude, aastaegade ja aasta kohta. Samasademete-kõverate määramiseks on peale tabelis nr. 40 märgitud jaamade andmete tarvitatud ka nende jaamade andmeid, mis on töötanud lühemat aega. Selleks kasutati graafilist meetodit, mille järgi iga kuu ja aasta sademetehulkade kaardid graafiliselt liideti ja jagati aastate arvuga. Sademetehulkade liitmisel kui ka samasademete-hulkade kõverate joonistamisel oletati, et sademete muutus ühest punktist teise toimub lineaarselt.



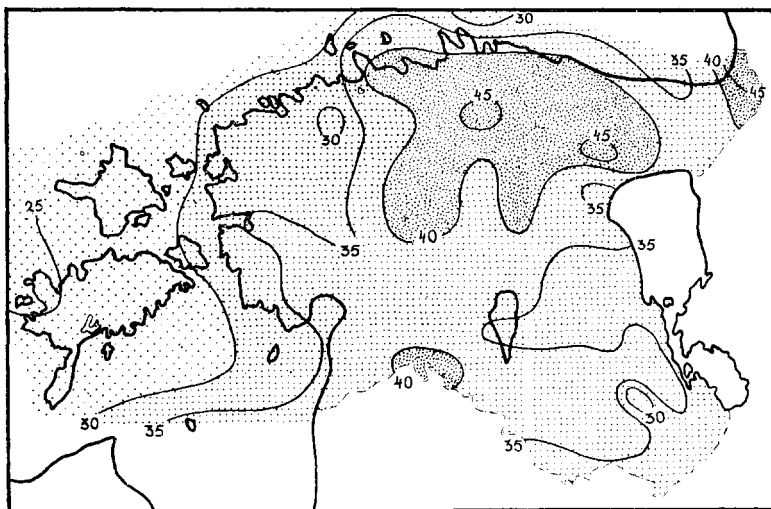
Joonis nr. 45. Sademete jaotus jaanuaris 1923—35.



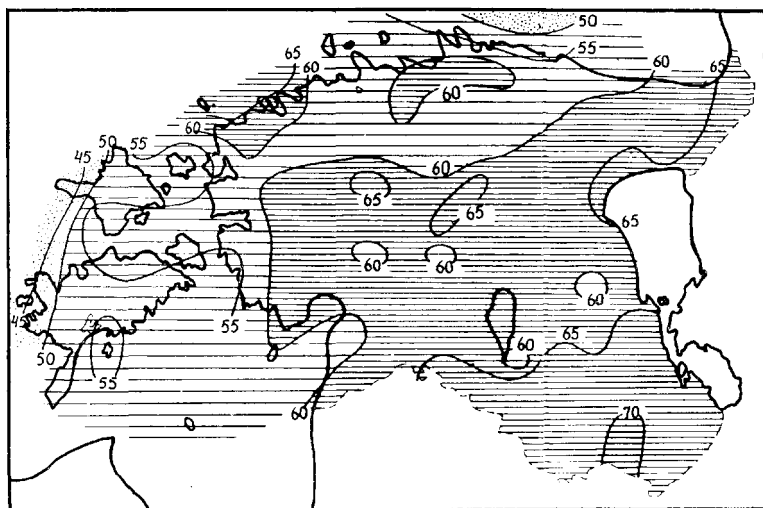
Joonis nr. 46. Sademete jaotus veebruaris 1923—35.



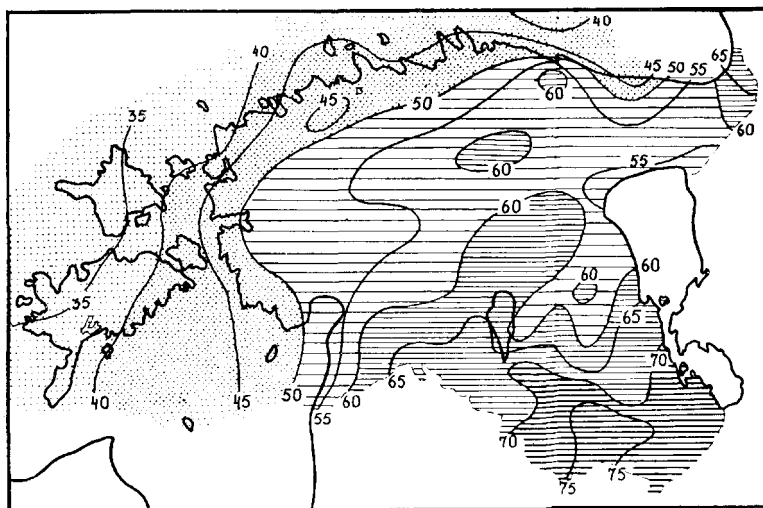
Joonis nr. 47. Sademete jaotus märtsis 1923—35.



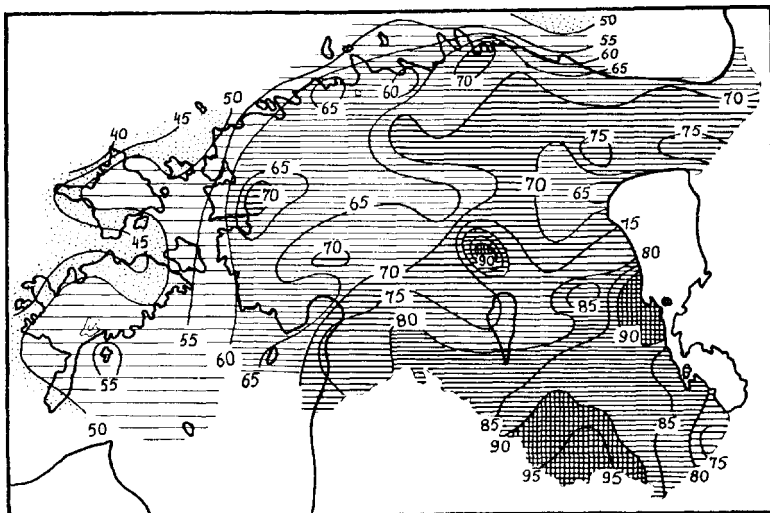
Joonis nr. 48. Sademete jaotus aprillis 1923—35.



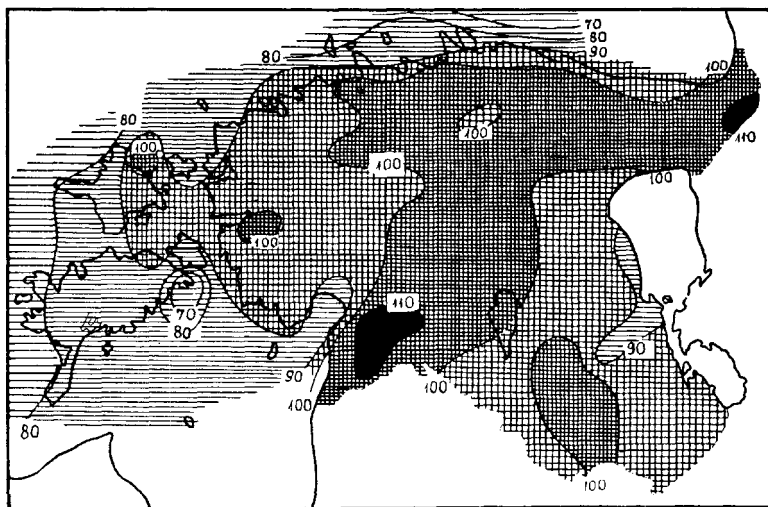
Joonis nr. 49. Sademete jaotus mais 1923—25.



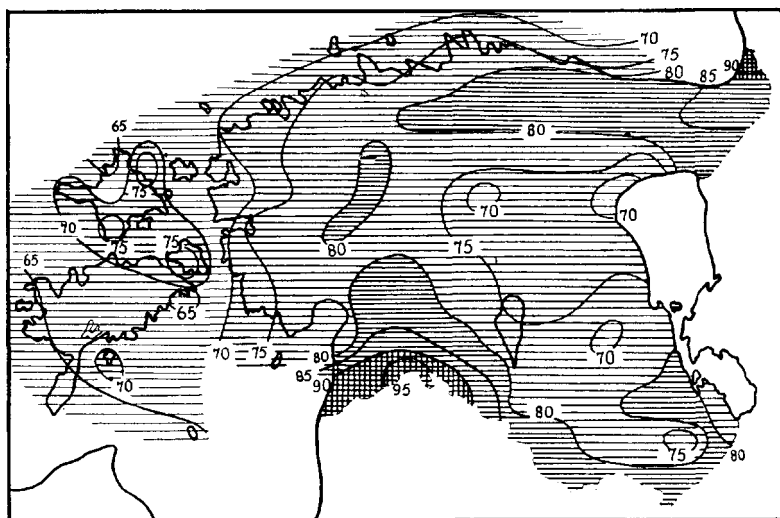
Joonis nr. 50. Sademete jaotus juunis 1923—25.



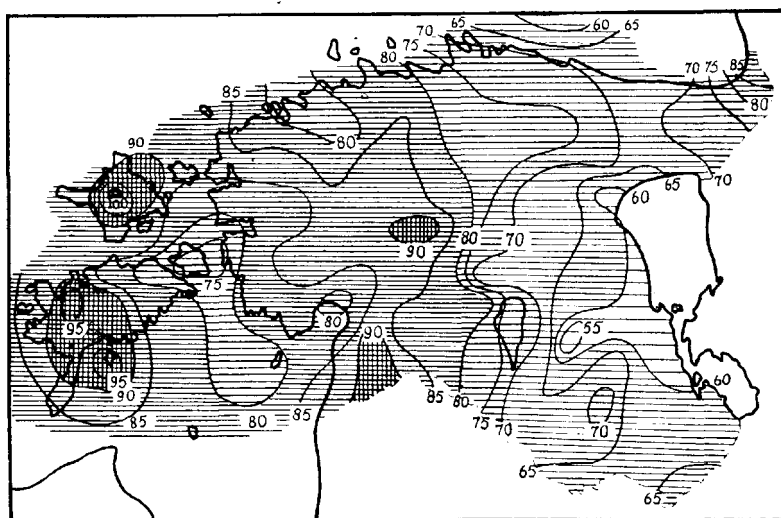
Joonis nr. 51. Sademete jaotus juulis 1923—35.



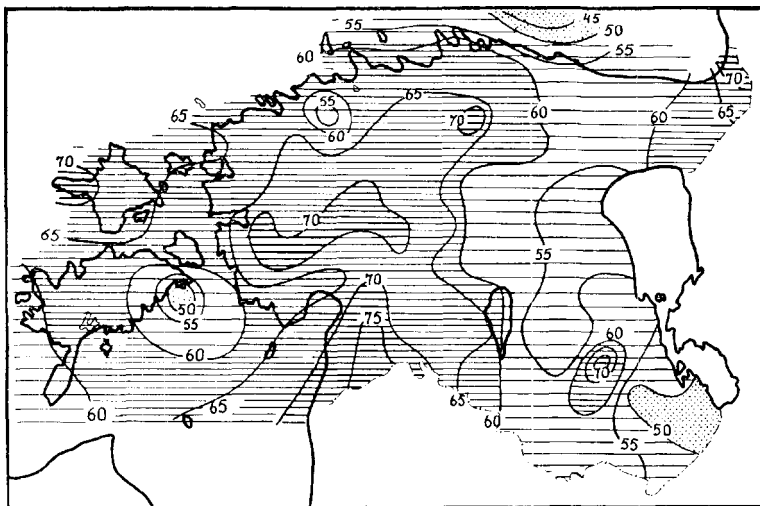
Joonis nr. 52. Sademete jaotus augustis 1923—35.



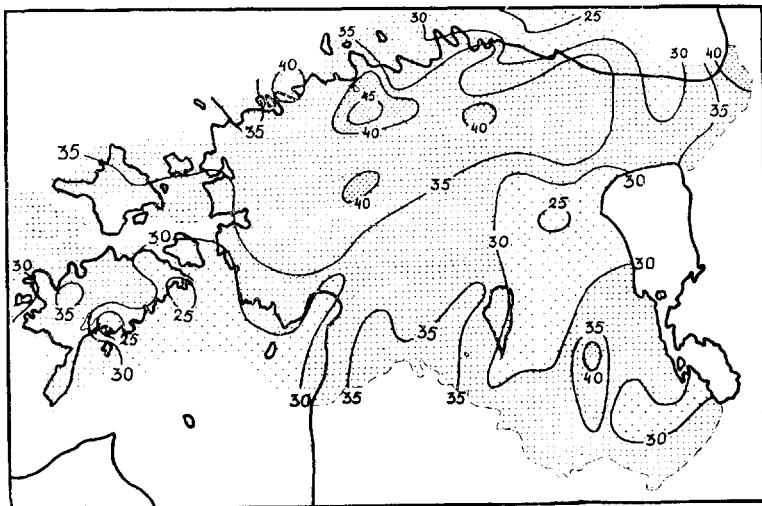
Joonis nr. 53. Sademete jaotus septembris 1923—35.



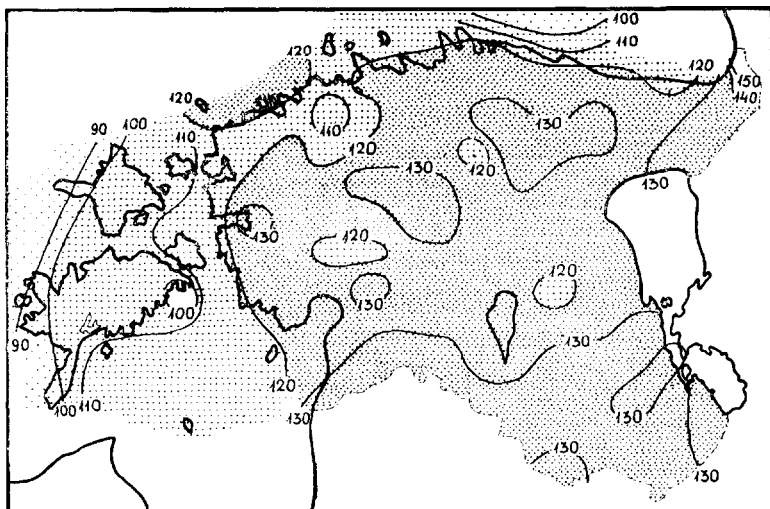
Joonis nr. 54. Sademete jaotus oktoobris 1923—35.



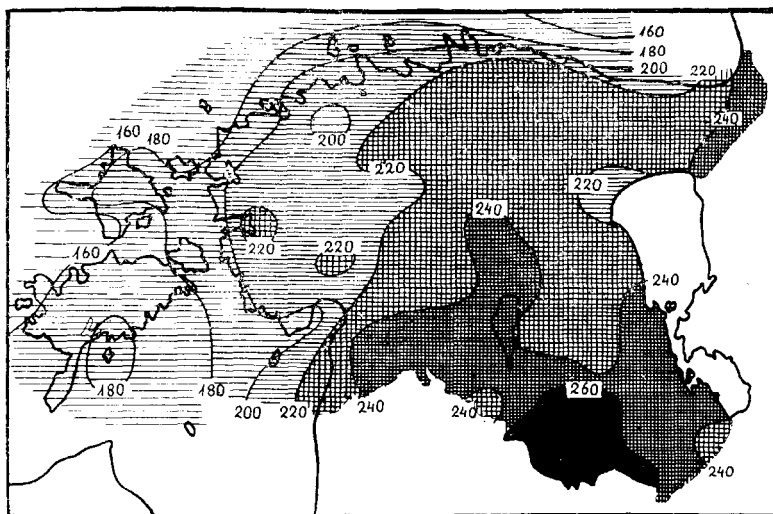
Joonis nr. 55. Sademete jaotus novembris 1923—35.



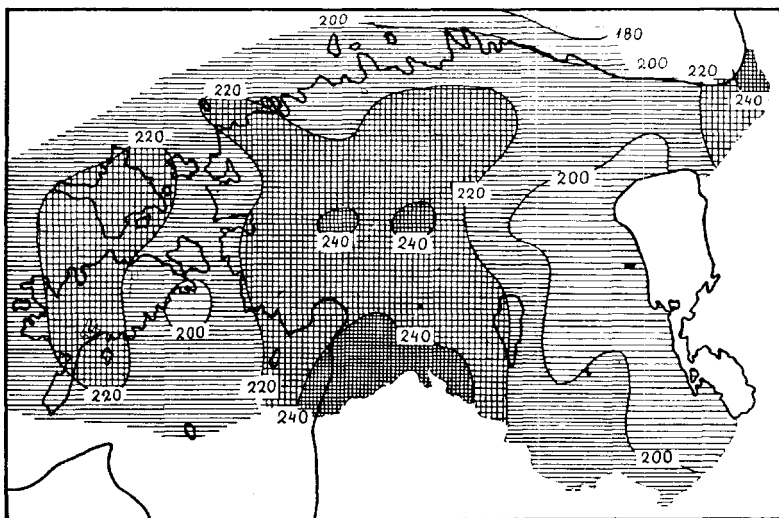
Joonis nr. 56. Sademete jaotus detsembris 1923—35.



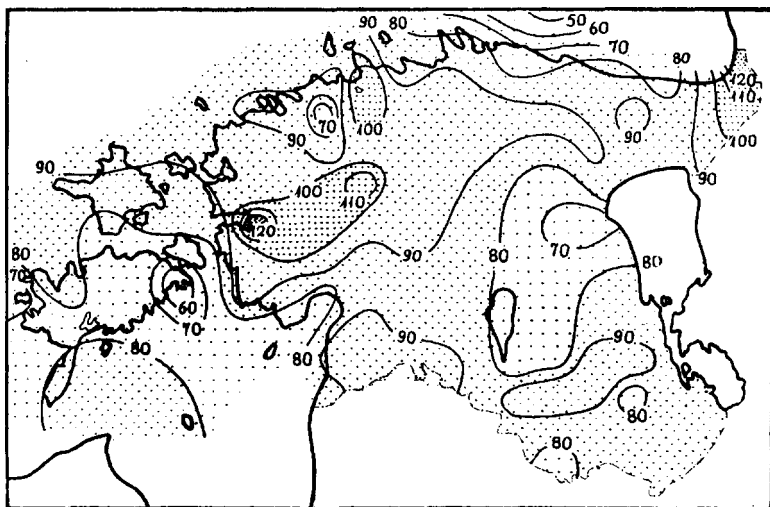
Joonis nr. 57. Sademete jaotus kevadel (III–V) 1923–35.



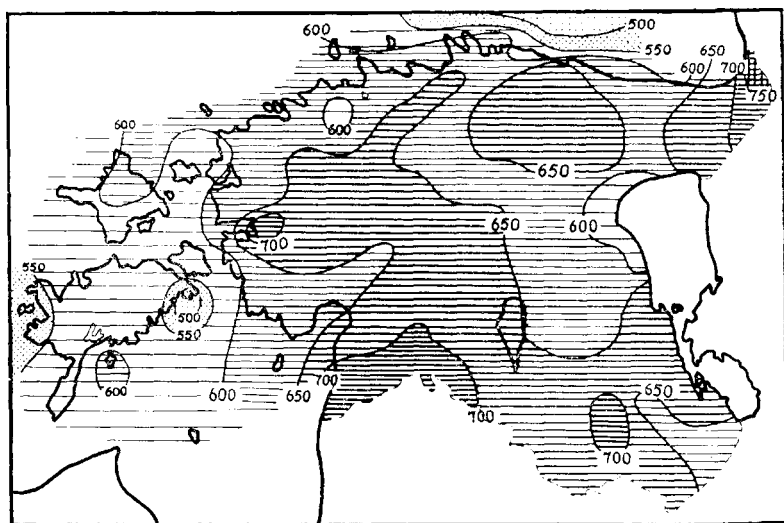
Joonis nr. 58. Sademete jaotus suvel (VI–VIII) 1923–35.



Joonis nr. 59. Sademete jaotus sügisel (IX–XI) 1923–35.



Joonis nr. 60. Sademete jaotus talvel (XII–II) 1923–35.



Joonis nr. 61. Aastane sademete jaotus 1923—35.

Parima ülevaate saamiseks sademete üldisest jaotusest on lisaks sademete kuu- ja aastakeskmistele antud sajupäevade keskmised arvud, kusjuures on sajupäevadeks loetud need, kus sademete hulk öö-päeva kohta lume või vihmamana on ulatunud vähemalt 0.1 mm. Lisaks üldsajupäevade keskmistele on antud ka nende päevade keskmised arvud, kus sademete hulk on võrdsunud või ületanud 1.0 mm. Külma aastapoole kohta on esitatud ka keskmised lumesajupäevade arvud (*).

Tabelist nähtub, et sajupäevade aastane keskmine kõigub 120 ja 200 vahel, moodustades maksimumi Narva-Jõesuus 208 päevaga ja miinimumi Muhu rannikul Lõõtsa tuletornis 117 päevaga. Lumesajupäevade keskmine arv aastas kõigub 80 ja 40 vahel maksimumiga Narva-Jõesuus ja miinimumiga Kübassaarel.

Lisaks kuu ja aasta keskmistele sademetele on järgnevatel tabelites (nr. 42 ja 43) antud 1923—35. aastal esinenud suurimad ja vähimad kuu ja aasta sademete summad millimeetrites, mis aitavad iseloomustada kuu ja aasta sademehulkade kõikumist.

Tabelist nähtub, et suurimad kuu sademehulgad esinevad suvekuudel, ületades Harglas juulikuul 221 mm, Kuusikul augustis 204 mm jne. Mis puutub sademete aasta-äärmussummadesse, siis ületab maksimaalne aastane summa Narva-Jõesuus 1100 mm, kuna minimaalne summa Kübassaares piirdub vaid 308 mm.

Tabel n.r. 41. Keskmised päevade arvud sademetega 1923—35.

	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII		Aasta		
	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	
	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	
Abruka . . .	15	9	11	13	6	12	12	7	8	11	7	4	13	9	0.5	11	8	—	11	7	—	15	11	—	15	11	—
Hargla . . .	12	7	10	12	7	11	10	6	7	13	9	6	12	10	0.2	12	11	—	14	13	—	14	11	—	14	11	—
Jämeda . . .	16	10	14	14	8	13	13	7	10	13	9	7	13	10	1	13	10	0.1	13	10	—	14	11	—	17	14	0.2
Jõgeva . . .	14	7	11	11	6	10	11	7	9	12	8	6	13	10	0.6	13	11	—	14	11	—	16	12	—	16	12	0.2
Keri	15	7	11	15	6	13	13	6	10	12	8	7	13	9	1	11	8	0.1	12	8	—	15	11	—	15	11	0.1
Kihelkonna .	16	8	11	12	6	9	11	6	8	10	6	4	13	9	0.5	10	7	0.1	10	8	—	13	10	—	16	11	—
Kuusiku . . .	16	9	12	12	8	11	12	8	10	14	8	7	13	10	1	12	8	0.1	14	10	—	16	13	—	16	12	0.2
Kübassaare .	12	5	8	9	4	7	9	5	6	9	6	3	12	9	0.5	9	7	—	9	7	—	11	9	—	13	10	—
Lihula	15	11	12	13	9	12	12	8	9	11	7	5	13	9	0.4	12	9	—	12	9	—	15	12	—	17	12	—
Liivimõisa . .	11	9	9	10	8	9	8	7	7	7	6	4	9	9	0.2	9	8	—	9	8	—	11	11	—	11	10	—
Loksa	12	8	11	13	7	12	12	7	10	11	8	6	11	9	0.2	10	8	0.1	11	8	—	15	12	—	14	12	0.1
Lõõtsa	8	5	5	7	4	6	7	5	4	8	6	4	11	9	—	9	7	—	9	8	—	12	10	—	11	9	—
Naissaar . . .	16	9	13	16	7	14	14	7	12	12	7	7	13	9	1	11	8	0.1	11	8	—	15	11	—	16	11	0.2
Narva-Jõesuu .	17	11	15	18	11	17	17	10	14	16	10	8	15	11	1	15	11	0.3	14	10	—	16	13	—	19	14	0.2
Olustvere . . .	16	8	14	13	6	12	12	7	9	12	8	6	14	10	0.6	14	11	0.1	14	10	—	16	12	—	16	12	0.1
Osmussaar . .	14	9	9	14	7	11	12	7	9	11	6	6	13	9	1	10	7	—	10	7	—	12	10	—	14	11	—
Pakri	16	8	13	15	6	14	13	7	10	12	8	6	13	9	1	10	7	—	12	9	—	15	11	—	16	12	—
Pärnu	15	8	11	13	6	12	12	7	9	13	7	6	14	10	1	12	8	0.1	12	9	—	16	12	—	17	12	—
Roomassaare .	13	7	10	11	6	10	9	5	7	10	6	6	12	9	1	9	6	0.1	9	7	—	12	11	—	13	10	—
Ruhnu	17	9	13	14	7	12	13	8	9	13	8	5	13	9	0.2	11	7	0.1	11	9	—	15	11	—	16	11	—
Suurupi	17	9	14	17	7	15	16	7	12	13	7	8	14	9	1	12	7	0.2	12	9	—	16	11	—	17	12	0.1
Sõmerpalu . . .	15	9	12	15	9	14	15	9	12	13	10	6	15	10	0.5	14	11	0.3	15	12	—	17	13	—	16	13	0.2
Sõrve	15	8	11	13	6	10	10	6	7	10	7	4	12	9	0.4	11	8	—	10	8	—	13	10	—	14	10	—
Tallinn	16	9	13	15	8	14	12	7	10	13	9	7	14	10	1	12	8	0.1	13	9	—	16	12	—	21	16	0.1
Tartu	17	8	15	16	8	15	14	8	12	14	9	7	15	10	1	16	12	0.1	14	11	—	17	13	—	21	14	0.1
Tiirikoja . . .	13	8	12	12	7	12	11	7	9	12	7	7	13	10	0.5	13	9	—	12	9	—	15	11	—	15	10	—
Tooma	14	7	12	12	6	11	11	7	9	13	8	7	14	10	1	14	11	0.1	15	11	—	16	13	—	19	14	0.1
Tori	11	8	8	9	6	8	8	6	6	9	7	4	9	8	0.6	9	8	—	10	9	—	13	11	—	12	10	—
Vaindlo	12	5	10	11	4	10	11	5	9	12	7	6	13	10	1	11	8	—	9	7	—	12	9	—	19	12	2
Vao	18	10	15	16	7	15	14	8	12	14	9	8	15	10	1	16	11	0.1	14	10	—	17	12	—	18	12	0.3
Viirelaid . . .	16	8	12	16	7	12	14	7	10	11	7	6	14	10	1	11	8	—	12	9	—	15	12	—	19	15	2
Vilsandi	13	7	9	11	5	8	10	4	6	9	5	4	11	7	1	9	6	—	10	6	—	12	9	—	15	9	—
Vodja	16	8	10	15	8	13	12	8	9	13	8	6	13	10	1	13	10	—	13	10	—	15	12	—	15	11	0.1
Vormsi	18	9	12	17	7	14	16	8	10	12	7	5	14	9	1	10	7	—	12	8	—	14	10	—	18	11	0.1
Väimela	12	8	10	11	8	9	10	7	8	10	7	4	13	10	0.5	13	10	0.2	13	11	—	15	12	—	14	12	0.1
Võiste	16	8	12	14	7	12	13	8	9	11	8	5	13	9	0.4	11	8	0.1	12	9	—	14	11	—	20	15	2
Võru	16	7	14	16	7	15	14	8	12	15	9	7	15	10	1	15	11	0.2	15	11	—	17	12	—	17	11	0.2

Sademetee ööpäevaste hulkade iseloomustamiseks on tabelis nr. 44 antud maksimaalsed öö-päeva jooksul allasadanud sademetehulgad kuude järgi ajavahemikus 1923—35. Suurimad ööpäevased sademetehulgad, nagu keskmisedki, langevad suvekuudele, kus öö-päeva jooksul vihmata sadanud veekihi kõrgus on kohati ületanud 90 mm.

Tabel nr. 42.

Sademetee maksimaalsed kuusummad mm-tes 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Abruka . . .	57.1	48.6	47.9	44.5	117.6	80.5	108.8	166.9	114.6	167.7	162.2	55.0	774.1
Hargla . . .	50.4	45.2	52.9	65.5	142.5	118.0	221.3	202.6	131.7	116.3	136.0	60.1	769.4
Jäneda . . .	65.3	51.8	40.0	88.6	122.2	109.3	209.8	163.8	151.0	110.5	187.0	56.2	933.9
Jõgeva . . .	40.3	51.0	38.4	71.6	102.3	174.4	147.7	166.2	131.2	106.7	130.2	39.5	823.2
Keri	34.8	55.3	36.8	73.2	87.3	64.7	104.7	163.6	119.0	147.5	113.2	46.4	721.8
Kihelkonna .	43.0	37.5	45.3	55.2	85.5	69.4	94.7	195.4	101.3	155.6	134.0	55.0	749.3
Kuusiku . . .	72.4	51.9	44.5	74.8	108.6	144.0	89.0	204.8	153.8	122.3	138.9	78.5	945.7
Kübassaare .	45.4	37.8	29.8	42.2	101.4	72.1	122.7	110.3	104.2	110.6	137.3	53.9	561.8
Lihula . . .	82.4	105.7	60.4	57.8	98.1	109.9	130.7	165.7	139.4	137.0	195.9	64.8	947.1
Liivimõisa . .	52.8	79.7	63.5	61.8	107.6	107.3	165.2	176.1	121.3	122.6	121.6	73.2	858.6
Loksa	50.3	57.6	50.0	75.6	96.9	74.9	115.4	136.8	137.0	114.7	123.6	55.3	768.2
Lõõtsa	58.7	35.3	28.4	50.2	93.6	93.5	85.9	128.6	90.4	116.8	149.0	45.3	707.1
Naisaar . . .	45.2	37.4	44.0	52.4	102.2	82.3	97.9	123.4	133.9	144.6	153.8	77.5	752.5
Narva-Jõesuu	101.7	158.5	82.8	104.3	136.6	139.4	161.2	179.7	191.5	192.2	147.7	84.9	1139.6
Oulustvere . .	55.2	33.8	46.8	78.0	105.7	120.3	106.6	172.2	153.6	114.9	102.6	58.8	787.8
Osmussaare .	54.8	64.3	45.9	62.9	134.8	76.1	94.6	124.9	106.9	129.3	146.6	70.1	838.7
Pakri	57.1	43.2	34.6	75.5	126.2	89.3	106.7	137.8	133.1	144.8	123.2	66.5	757.7
Pärnu	46.7	39.6	42.2	71.8	130.7	128.1	105.2	144.6	148.9	117.1	149.5	47.1	778.6
Roomassaare .	32.8	32.2	31.3	38.1	109.9	83.8	99.8	143.4	115.5	143.9	139.1	38.9	721.1
Ruhnu	54.1	42.2	48.6	59.9	98.5	97.5	92.7	155.2	108.5	143.4	137.3	57.2	801.2
Suurupi . . .	47.8	43.0	37.2	71.9	97.3	96.1	138.4	165.9	125.8	153.4	110.2	57.0	835.9
Sõmerpalu . .	47.2	68.3	71.0	79.1	155.5	180.9	198.0	183.2	113.0	108.0	109.4	78.6	911.8
Sõrve	50.5	36.2	38.2	48.9	98.2	67.3	122.9	178.9	113.9	146.4	152.8	60.2	747.3
Tahkuna . . .	65.3	40.0	36.8	54.2	89.7	71.1	61.6	157.4	90.4	123.3	123.6	72.4	653.2
Tallinn . . .	70.7	94.9	51.5	74.7	91.3	97.6	108.8	166.4	118.8	155.4	153.3	90.7	794.0
Tartu	68.4	61.2	56.7	63.2	128.2	96.3	208.2	148.4	130.2	107.9	119.9	75.1	791.5
Tiirikoja . . .	45.6	59.4	52.7	74.4	131.3	170.5	132.0	139.5	107.8	83.8	127.5	62.5	776.8
Tooma	49.6	47.7	36.4	95.3	110.6	110.0	147.3	160.2	128.6	99.6	144.3	44.8	807.4
Tori	68.9	43.3	52.5	75.8	106.4	92.9	96.1	156.9	131.2	130.0	201.3	58.3	806.4
Vaindlo . . .	22.0	31.2	41.0	114.8	112.4	72.0	91.1	99.0	126.7	132.9	108.5	45.9	691.3
Vao	60.4	57.5	46.1	102.8	93.5	109.5	119.6	182.6	159.9	124.4	154.2	64.3	889.9
Viirelaid . . .	55.2	62.9	47.9	48.3	97.5	100.2	126.0	139.3	119.7	110.8	106.6	45.7	739.2
Vilsandi . . .	50.2	31.3	37.0	46.2	92.9	53.6	125.7	178.8	96.1	138.3	131.3	54.2	674.4
Vodja	39.7	48.6	43.7	91.9	131.1	104.4	119.5	181.6	129.6	127.9	132.4	55.9	865.1
Vormsi	61.8	39.8	41.3	45.7	100.8	80.9	81.9	132.7	112.8	118.2	136.0	65.3	760.4
Väimela . . .	58.3	88.7	61.3	74.4	130.5	189.3	155.9	150.8	123.2	95.6	90.7	54.3	799.2
Võiste	69.9	44.2	48.6	72.3	119.2	98.5	170.0	198.6	134.2	135.6	186.3	63.8	783.3
Võru	57.6	50.2	71.5	70.0	106.0	112.6	168.1	185.9	144.4	107.0	105.8	65.6	867.2

Tabel nr. 43.

Sademete minimaalsed kuusummad mm-tes 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Abruka . . .	20.9	0.0	3.0	19.5	12.4	7.1	7.1	43.5	30.3	38.4	9.0	11.4	382.7
Hargla . . .	7.3	9.9	4.8	15.3	22.8	22.8	10.7	35.5	34.0	18.2	7.1	13.9	466.5
Jäeneda . . .	21.6	6.0	8.3	21.1	13.2	16.5	20.2	35.2	39.6	44.4	11.6	18.4	465.7
Jõgeva . . .	2.8	4.9	7.7	13.7	13.7	9.6	33.6	24.1	39.5	21.7	10.9	12.5	422.2
Keri	8.3	0.9	2.2	17.2	10.6	7.0	21.9	17.8	25.6	39.5	12.3	20.1	444.1
Kihelkonna . .	16.5	4.2	0.8	16.6	16.0	14.3	16.0	19.3	33.1	38.6	14.6	16.9	369.1
Kuusiku . . .	23.0	5.3	16.1	19.8	23.1	10.9	33.5	31.2	24.6	52.5	19.6	23.8	534.8
Kübassaare . .	6.8	1.0	1.2	11.0	18.3	14.0	22.6	37.6	21.2	32.7	15.4	2.7	308.0
Lihula	23.5	11.4	6.0	11.9	22.4	8.4	29.4	52.1	32.2	32.0	26.0	19.6	438.9
Liivimõisa . .	12.4	3.8	2.1	11.6	17.2	8.7	29.8	50.8	28.1	36.5	19.6	19.7	423.5
Loksa	15.4	8.4	9.0	19.6	13.9	3.1	24.2	35.2	36.1	31.8	16.2	23.3	434.0
Lõõtsa	1.5	3.1	4.3	1.7	11.1	7.6	17.0	16.9	15.8	16.1	9.8	1.3	379.5
Naissaar . . .	15.5	9.3	14.9	17.2	13.5	14.2	17.3	29.7	27.5	40.5	18.7	15.7	381.8
Narva-Jõesuu .	23.6	13.9	6.2	37.7	16.3	15.4	34.8	31.2	27.0	55.6	9.8	16.0	485.5
Olustvere . . .	8.0	3.2	7.0	14.7	12.4	16.3	34.4	45.3	35.4	37.6	9.7	19.6	486.8
Osmussaar . .	17.1	6.9	4.2	13.6	19.8	2.5	14.3	36.4	28.7	26.3	11.7	12.3	348.6
Pakri	13.0	6.7	6.4	14.3	17.0	8.9	5.2	48.6	21.8	46.0	12.9	18.5	410.0
Pärnu	13.3	4.2	6.2	9.6	14.3	14.9	26.2	45.4	25.9	37.3	13.7	15.7	388.9
Roomassaare .	12.5	1.8	0.7	13.0	21.1	9.5	5.2	35.2	27.3	32.8	18.3	5.3	366.0
Ruhnu	16.0	7.9	6.7	16.2	27.1	14.3	14.7	33.5	20.1	33.3	17.2	14.2	385.0
Suurupi	4.2	4.6	17.4	16.0	18.4	10.5	25.7	34.5	25.8	41.2	13.3	21.6	408.9
Sõmerpalu . . .	10.6	12.1	4.2	17.6	33.5	24.9	26.9	32.3	18.4	18.7	7.2	8.7	518.2
Sõrve	12.5	3.7	1.6	11.7	16.9	12.6	16.7	34.9	29.2	30.3	19.5	13.6	387.7
Tallinn	19.7	8.8	1.6	19.5	16.0	11.5	19.3	33.8	21.8	43.5	17.2	20.9	411.9
Tartu	11.2	7.2	10.2	12.4	32.4	6.1	28.1	21.4	33.3	29.0	8.0	16.0	523.3
Türikoja . . .	17.0	5.4	3.3	10.6	18.4	8.6	14.3	36.4	19.6	23.1	10.0	9.0	420.1
Tooma	7.9	6.4	3.8	20.9	18.3	11.2	23.5	41.2	32.1	25.7	9.2	15.1	428.8
Tori	12.9	6.9	9.6	9.8	16.8	12.8	26.7	49.5	18.7	34.9	16.6	13.1	423.0
Vaindlo	4.7	2.5	3.3	12.0	14.0	0.6	16.9	22.0	25.5	31.9	8.3	3.2	323.2
Vao	22.7	9.5	10.1	19.8	12.7	18.6	28.5	35.0	26.2	30.1	11.8	18.6	534.1
Võirelaid . . .	8.1	9.5	12.7	8.6	28.3	10.9	28.9	47.7	19.9	35.7	23.0	10.7	370.6
Vilsandi	4.6	2.4	1.1	8.3	7.6	18.7	4.8	17.9	25.2	29.9	14.2	10.4	348.2
Vodja	17.1	5.6	10.5	15.5	18.1	11.2	27.1	45.2	29.4	31.8	7.9	6.2	442.8
Vormsi	12.0	9.6	13.2	8.1	21.6	6.2	21.9	36.5	14.5	33.6	17.0	14.0	354.8
Väimela	9.6	5.7	5.5	3.8	30.0	14.3	28.1	34.6	25.7	19.5	8.4	9.5	433.3
Võiste	9.8	8.5	9.5	13.2	16.7	15.3	29.1	41.9	26.4	31.8	15.0	5.7	422.7
Võru	10.6	10.3	2.5	8.4	22.6	14.4	14.5	23.7	18.2	14.4	4.5	8.3	422.9

Järgnevas tabelis (nr. 45) on antud keskmised rahesajupäevade arvud kuude ja aasta kohta. Tabelist näeme, et keskmine aastane rahesajupäevade arv Eestis ei küüni üheski jaamas kuueni.

Äikese esinemine algab üldiselt aprillikuuga ja kestab detsembrini; ainult Harglas ja Ruhnu on äikest märgitud ka jaanuarikuul. Võrreldes äikese jaotust üksikute jaamade vahel, näeme üldiselt suuri lahkuminekuid, mis rohkem on tingitud vaatlajate individuaalsest ülesmärkimise täpsusest, kui vaatluskohtade erinevusest äikese sageduse suhtes. Keskmine äikesepäevade arv

ei küüni üheski jaamas 25-ni, kusjuures maksimum langeb enamuses juulikuule.

Kooskõlas äikese esinemise sagedusega näeme ka rahe esinemises suuremaid vahesid üksikute jaamade vahel, mis on suuremal määral tingitud vaatlajate lahkuminevast ülesmärkimisviisist kui vaatluskohtade erinevusest rahe tegeliku jaotuse suhtes. Rahe esinemise kohta tuleks alla kriipsutada, et nii kevade kui ka sügiskuudel märgivad vaatljad eksikombel ka teralund rahena,

Tabel nr. 44.

Sademete maksimaalne ööpäevane hulk mm-tes 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Abruka . . .	9.9	14.4	16.5	15.5	33.3	38.3	56.9	71.6	28.9	32.4	21.5	16.4	71.6
Hargla . . .	8.7	13.0	15.0	10.0	41.0	27.0	40.0	36.0	38.0	22.0	30.0	19.0	41.0
Jäneda . . .	14.0	15.6	12.3	23.5	36.5	32.3	59.0	67.6	34.0	25.9	37.3	16.0	67.6
Jõgeva . . .	11.3	9.5	9.3	24.5	35.3	43.5	37.9	40.4	28.1	25.7	26.1	10.0	43.5
Keri . . .	13.0	9.5	11.7	17.3	45.0	30.8	53.3	56.7	37.7	19.3	26.3	15.1	56.7
Kihelkonna .	12.5	15.0	11.0	14.8	24.3	30.8	30.4	49.5	30.5	35.8	22.0	13.0	49.5
Kuusiku . .	15.9	14.4	13.1	20.9	33.5	33.0	34.7	45.3	31.5	21.1	25.6	14.6	45.3
Kübassaare .	17.0	12.0	10.9	14.2	37.1	40.6	61.2	26.0	24.2	24.1	22.7	13.7	61.2
Lihula . . .	18.9	19.9	17.2	24.2	41.8	44.8	44.3	51.6	34.1	27.8	48.9	13.4	51.6
Liivimõisa .	18.9	18.6	15.2	23.7	41.8	30.0	63.5	50.5	26.7	23.3	23.7	15.7	63.5
Loksa . . .	15.9	13.8	14.9	24.4	46.6	35.6	38.1	48.2	29.4	20.2	21.4	21.6	48.2
Lõõtsa . . .	21.0	7.3	9.4	20.3	29.1	28.4	30.1	33.3	18.7	24.1	30.9	14.4	33.3
Naissaar . .	15.2	9.6	12.8	13.4	26.2	31.3	32.6	36.1	44.2	25.9	23.5	18.4	44.2
Narva-Jõesuu	25.6	20.6	19.2	23.7	26.3	54.3	35.8	53.0	49.2	22.5	47.2	14.4	54.3
Olustvere . .	14.7	10.6	12.8	19.1	38.2	31.9	33.5	48.4	35.0	21.3	27.4	14.7	48.4
Osmussaar .	15.5	21.2	13.1	26.0	34.5	31.8	34.9	75.0	47.6	32.8	26.0	19.0	75.0
Pakri . . .	12.3	19.5	13.0	19.2	52.6	28.5	26.8	41.2	27.5	34.7	23.9	13.8	52.6
Pärnu . . .	9.0	8.6	10.2	14.5	26.7	38.8	37.6	41.5	30.7	19.9	27.2	9.9	41.5
Roomassaare	9.8	9.9	15.2	14.7	26.4	28.5	30.0	55.2	23.4	32.2	18.5	14.8	55.2
Ruhnu . . .	13.8	8.5	11.8	16.4	29.0	50.2	51.1	54.0	19.5	28.9	30.4	14.1	54.0
Suurupi . . .	13.7	11.2	9.2	19.8	34.2	36.0	36.9	49.7	36.8	34.9	22.2	16.4	49.7
Sõmerpalu . .	23.5	15.5	18.0	17.8	41.1	33.8	64.5	36.0	33.3	22.0	25.5	28.4	64.5
Sõrve . . .	8.3	9.7	10.1	14.4	26.8	26.3	70.4	78.8	22.7	26.1	28.3	19.2	78.8
Tallinn . . .	28.2	25.0	17.9	14.6	33.3	27.3	30.5	56.8	32.8	24.0	24.4	15.3	56.8
Tartu . . .	18.2	24.0	12.2	15.5	33.2	25.5	63.3	35.0	25.1	19.7	19.9	19.2	63.3
Tiirikoja . .	13.4	29.6	14.6	13.9	23.0	89.1	33.1	45.8	30.9	21.6	21.7	16.5	89.1
Tooma . . .	12.1	8.2	11.2	19.6	31.2	35.3	42.4	43.8	42.6	21.5	25.4	16.1	42.6
Tori . . .	17.6	15.4	18.1	15.3	61.5	29.3	25.5	57.4	39.1	22.3	38.4	13.8	61.5
Vaindlo . . .	9.1	6.3	18.0	24.5	39.1	38.3	35.7	42.0	28.4	20.1	23.3	11.0	42.0
Vao . . .	11.0	9.5	12.5	19.9	24.1	33.2	69.0	50.5	36.7	22.7	24.0	18.3	69.0
Vitrelaid . .	14.5	16.7	17.5	17.1	31.7	48.8	39.4	39.8	23.2	18.4	30.9	9.8	48.8
Vilsandi . .	20.0	13.2	17.1	18.2	30.0	34.0	85.6	65.3	32.1	37.0	28.2	15.2	85.6
Vodja . . .	12.5	9.7	10.3	15.5	38.3	34.0	34.5	59.5	45.9	30.0	24.0	13.0	59.5
Vormsi . . .	14.6	9.2	13.3	20.2	27.7	29.4	32.8	72.6	27.6	29.2	22.4	11.5	72.6
Väimela . . .	19.2	14.7	20.0	16.3	30.4	43.8	60.8	46.4	40.0	16.7	21.2	24.7	60.8
Võiste . . .	14.0	9.3	15.9	19.9	30.8	44.5	60.1	48.3	43.2	24.1	37.3	14.1	60.1
Võru . . .	18.6	9.8	19.6	12.4	29.6	25.8	53.0	43.7	35.7	24.6	26.7	24.7	53.0

mille tõttu rahepäevade keskmised arvud sügisel ja kevadel on natuke suuremad tõelistest rahe esinemistest. Keskmine rahesaju-päevade arv aastas ei küüni üheski jaamas 6-ni.

Tabel nr. 45.

Keskmised päevade arvud rahega 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Abruka . . .	—	—	—	—	0.2	0.2	0.1	0.2	0.7	1.1	0.8	—	3.3
Hargla . . .	—	—	—	0.2	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.4	—	—	2.1
Jämeda . . .	—	—	—	0.2	0.5	0.8	0.7	0.4	0.4	1.1	0.3	—	4.4
Jõgeva . . .	—	—	—	0.2	0.7	0.5	0.2	0.1	0.1	0.2	—	—	2.0
Keri . . .	—	—	—	0.1	0.1	—	0.2	—	0.3	0.4	0.1	—	1.2
Kihelkonna . .	—	—	—	—	0.3	0.2	0.1	0.2	0.1	1.0	0.3	—	2.2
Kuusiku . . .	—	—	—	0.2	0.7	0.7	0.5	0.2	0.2	0.5	0.3	—	3.3
Kübassaare . .	—	—	—	0.1	0.2	0.3	0.5	0.2	0.5	0.5	0.2	—	2.5
Lihula . . .	—	—	—	0.2	0.5	0.2	0.1	0.2	0.3	0.7	0.1	—	2.3
Liivimõisa . .	—	—	—	0.1	0.4	0.4	0.4	—	0.5	0.9	0.1	—	2.8
Loksa . . .	—	—	—	—	0.1	0.1	—	0.1	0.1	0.6	—	—	1.0
Lõõtsa . . .	—	—	—	—	—	—	—	0.3	—	—	0.1	—	0.4
Naissaar . . .	—	—	—	—	0.1	—	0.1	—	0.3	0.5	0.2	—	1.2
Narva-Jõesuu .	—	—	—	0.3	0.7	0.8	0.5	0.2	0.5	1.4	0.9	—	5.3
Olustvere . . .	—	—	—	0.1	0.2	0.4	0.1	0.3	0.1	0.2	—	—	1.4
Osmussaare . .	—	—	—	—	0.2	0.1	0.1	0.3	0.2	1.6	0.9	—	3.4
Pakri . . .	—	—	—	0.5	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3	1.3	0.6	—	3.4
Pärnu . . .	—	—	—	0.4	0.8	0.8	0.3	0.1	1.2	1.1	0.2	—	4.9
Roomassaare . .	—	—	—	0.1	0.2	—	0.1	—	0.5	1.3	1.1	—	3.3
Ruhnu . . .	—	—	—	—	—	0.2	0.1	0.4	0.3	1.8	0.8	—	3.6
Suurupi . . .	—	—	—	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.7	1.5	0.4	—	3.5
Sõmerpalu . . .	—	—	—	0.2	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.2	0.1	—	2.0
Sõrve . . .	—	—	—	—	0.2	0.1	0.1	—	0.3	0.8	1.2	—	2.7
Tallinn . . .	—	—	—	0.2	0.3	0.4	0.3	0.4	0.5	1.0	0.5	—	3.6
Tartu . . .	—	—	—	0.2	0.5	1.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	—	2.9
Tiirikoja . . .	—	—	—	0.2	0.5	0.7	0.2	0.2	0.4	0.1	—	—	2.3
Vaindlo . . .	—	—	—	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	—	1.4
Viirelaid . . .	—	—	—	—	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	—	—	1.4
Vao . . .	—	—	—	0.2	0.5	1.1	0.1	0.2	0.5	0.6	—	—	3.2
Vilsandi . . .	—	—	—	—	0.1	—	—	0.1	0.1	0.1	0.1	—	0.5
Vodja . . .	—	—	—	0.1	0.3	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	—	—	1.4
Vormsi . . .	—	—	—	0.2	0.2	—	0.2	—	0.5	0.8	0.3	—	2.2
Väimela . . .	—	—	—	0.1	—	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	—	—	1.0
Võiste . . .	—	—	—	—	0.2	—	—	0.1	—	0.1	0.2	—	0.6
Võru . . .	—	—	—	0.1	0.3	0.6	0.3	0.2	—	0.2	—	—	1.7

Nii rahe kui ka äikese esinemise keskvaärtust pole võimalik välja lugeda suuremaid vahesid üksikute maa-alade vahel.

Sademetehulga öö-päevase käigu kohta saame ülevaate Tartu Observatooriumi sademete-isemärkija andmeist ajavahemikus 1929—35. Järgnevas tabelis nr. 46 on antud iga tunni peale kuhjuv keskmine sademete hulk mm, talvekuude (XII, I, II),

kevadekuude (III, IV, V), suvekuude (VI, VII, VIII) ja sügis-
kuude (IX, X, XI) ja terve aasta kohta.

Tabelist nähtub, et talvekuudel langeb ööpäevane sademete maksimum varahommikustele tundidele, kella 4—7, suvekuudel aga pealelõunastele tundidele, kella 15—21, aastases käigus on märgata sademete kuhjumist üldiselt eespool-nimetatud hommikustele ja pealelõunastele tundidele, kusjuures pealelõunane maksimum on teravamalt välja arenenud võrreldes ennelõunasega.

Tabel nr. 46.

Sademetehulga keskmine ööpäevane käik Tartus 1929—35.

	0h—1h	1h—2h	2h—3h	3h—4h	4h—5h	5h—6h	6h—7h	7h—8h	8h—9h	9h—10h	10h—11h	11h—12h
Talv	3.2	2.9	3.2	4.2	4.2	4.6	5.0	2.4	2.7	4.4	4.3	4.8
Kevad	6.1	4.6	5.9	6.1	5.8	5.5	4.9	3.0	3.4	4.3	3.9	5.3
Suvi	9.0	9.0	9.7	9.0	6.0	7.8	10.8	7.0	7.2	6.2	4.6	9.9
Sügis	9.0	9.6	8.7	10.0	8.8	8.6	8.8	5.7	4.9	7.1	7.6	7.3
Aasta	27.3	26.1	27.5	29.3	24.8	26.5	29.5	18.1	18.2	22.0	20.4	27.3

	12h—13h	13h—14h	14h—15h	15h—16h	16h—17h	17h—18h	18h—19h	19h—20h	20h—21h	21h—22h	22h—23h	23h—24h
Talv	5.3	3.0	3.1	3.6	4.2	3.8	3.5	3.3	4.4	3.1	2.7	3.1
Kevad	6.1	4.6	4.5	4.2	5.4	5.8	5.0	5.1	6.5	8.0	5.3	5.7
Suvi	15.6	8.8	14.6	17.7	11.0	11.2	15.6	10.4	18.0	9.0	5.7	7.4
Sügis	8.5	7.6	7.0	7.1	8.6	7.7	8.1	6.8	8.5	7.9	8.8	8.0
Aasta	35.5	24.0	29.2	32.6	29.2	28.5	32.2	25.6	37.4	28.0	22.5	24.2

Et Tartu Meteoroloogia Observatooriumi vaatlused on pidevalt toimunud alates 1866. aastast, on võrdluseks antud järgnevas tabelis 70 a. sademete keskmised ühes suurimate ja vähimate sademete kuu- ja aastasummadega ja keskmiste sajupäevade arvudega.

Võrreldes tabelis toodud andmeid eespool-antud 13 aasta keskmistega, näeme olulisi lahkuminekuid, mis on tingitud pike-
mast vaatlusperioodist.

Tabel nr. 47.
70 a. sademete keskmised (mm) Tartus 1866—1935.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Keskmised kuusummad	34.1	29.3	27.6	30.8	48.3	64.1	82.1	81.7	60.4	51.1	46.4	41.0	596.9
Kuusummade hajumismõõt	15.2	13.9	12.1	15.5	23.1	30.6	46.0	35.6	29.4	25.9	21.2	20.2	102.3
Maksimaalsed kuusummad	79.5	73.9	56.7	75.2	128.2	141.8	233.3	174.8	152.0	140.2	119.9	98.4	826.3
Minimaalsed kuusummad	7.6	6.9	3.1	3.8	1.6	6.1	10.3	18.3	10.7	8.5	8.0	5.9	358.7
Maksimaalne ööpäevane hulk	20.6	24.0	14.8	22.6	34.7	57.0	75.2	82.4	37.8	27.6	35.8	24.2	82.4
Keskmine sajupäevade arv	18.1	15.1	14.6	13.0	13.6	13.5	14.7	16.9	16.0	17.1	18.9	18.7	190.2
Keskmlumesajupäevade arv	16.3	14.0	12.4	5.8	1.1	0.0	—	—	0.0	3.1	9.9	15.5	78.1
Keskmläikepäevade arv	0.0	—	0.0	0.4	2.0	3.2	4.9	3.0	0.8	0.1	0.0	0.0	14.4
Keskmine rahepäevade arv	0.1	0.0	0.1	0.4	0.7	0.6	0.4	0.2	0.3	0.2	0.1	0.0	3.1

Tabel nr. 48.
Keskmine ja maksimaalne lumikatte kõrgus (sm)
1923/24—1935/36.

	X			XI		XII			I			II			III			IV			V			Maksim. kõrgus
	1—10	11—20	21—31	1—10	11—20	1—10	11—20	21—31	1—10	11—20	21—31	1—10	11—20	21—31	1—10	11—20	21—31	1—10	11—20	21—31	1—10	11—20	21—31	
Abruka . . .	—	—	0	1	1	2	4	6	6	8	10	12	14	14	15	11	5	1	0	—	—	—	—	52
Jäeneda . . .	—	0	1	1	2	4	5	8	11	13	14	13	17	22	24	24	26	21	12	7	1	—	—	70
Jõgeva . . .	—	0	1	1	1	2	4	6	10	12	14	15	17	20	23	20	17	14	10	6	0	—	—	79
Keri . . .	—	—	—	0	1	1	1	3	4	3	4	8	7	8	7	8	6	4	3	1	—	—	—	45
Kübassaare . .	—	0	0	0	1	1	1	2	3	3	4	7	9	10	11	12	10	6	3	1	—	—	—	44
Lihula . . .	—	0	1	0	1	3	3	6	8	8	9	15	18	19	16	18	14	6	3	0	—	—	—	70
Lõõtsa . . .	—	0	—	—	0	1	1	2	4	3	4	7	8	9	9	9	6	2	1	0	—	—	—	43
Naissaar . . .	—	—	0	0	1	1	1	2	7	10	9	11	15	18	21	21	21	16	11	6	1	0	0	74
Narva-Jõesuu .	0	1	1	0	1	2	2	3	7	9	10	12	16	20	22	20	20	14	7	3	0	0	—	62
Olustvere . . .	—	—	0	0	2	4	5	8	11	14	17	17	22	26	27	26	26	21	12	6	0	—	—	77
Osmussaar . . .	—	—	0	0	0	1	1	2	6	6	4	5	5	7	8	9	10	7	4	3	1	0	—	50
Pakri . . .	—	—	1	0	1	3	3	4	8	10	7	7	11	14	16	16	17	13	7	3	0	0	—	68
Pärnu . . .	—	0	0	0	1	1	1	1	4	5	6	8	11	11	12	12	12	8	4	1	0	—	—	59
Ruhnu . . .	—	—	—	0	0	0	0	1	1	4	7	6	9	13	16	18	17	17	14	9	5	1	—	46
Sõmerpalu . . .	—	0	1	1	2	3	4	7	11	13	14	14	20	23	26	24	24	18	9	5	0	—	—	61
Sõrve . . .	—	—	—	0	0	0	1	1	3	4	5	7	9	11	14	13	15	11	8	5	1	—	—	94
Suurupi . . .	—	0	1	1	1	2	3	4	7	10	8	7	10	13	14	15	17	14	8	5	2	0	—	60
Tallinn . . .	—	0	1	1	2	3	4	5	12	15	14	16	22	28	29	28	25	18	12	6	2	0	—	109
Tartu . . .	0	1	1	1	1	3	4	7	10	10	12	12	17	20	21	17	15	9	4	1	0	—	—	58
Tiirikoja . . .	—	—	0	0	1	2	2	5	8	9	10	9	13	17	17	15	16	13	6	3	1	—	—	60
Tooma . . .	—	0	1	1	1	3	5	9	14	18	19	21	25	30	33	32	32	27	19	10	2	0	—	72
Vao . . .	0	0	1	1	2	4	5	8	12	14	15	17	22	27	30	32	33	27	18	11	2	0	—	88
Viirelaid . . .	—	0	0	0	0	1	1	1	2	4	4	8	15	16	18	17	16	15	11	9	6	0	—	125
Vormsi . . .	—	—	0	0	1	1	1	3	7	9	10	12	15	19	24	23	28	25	17	12	7	3	—	165
Võru . . .	0	0	0	1	1	2	3	6	10	10	10	11	16	19	19	16	14	8	3	1	—	—	—	43

Eesti pindala lumikatte jaotuse iseloomustamiseks on kasutatud lume kõrguse vaatlusi ajavahemikus 1923/24—1935/36. Vaatlustena märgitakse vaatlejate poolt igal hommikul lumikatte kõr-

gus sentimeetrites sobivasse kohta paigutatud mõõtlatilt ja hinnatakse silma järgi, millises ulatuses on kogu nähtav piirkond lumega kaetud. Et vaatluste tegemine toimub tasuta, esinevad neis sageli, nagu sademetegi vaatlustel, kohati lüngad.

Tabelis nr. 48 on antud kuu dekaadidel keskmised lumikatte kõrgused sm ainult nendest jaamadest, mis on eespool-nimetatud ajavahemikus pidevalt töötanud.

Tabeli viimases lahtris on näidatud kogu vaatlusperioodil (1923/24—1935/36) esinenud maksimaalne lumikatte kõrgus sm. Tabelist nähtub suuri lahkuminekuid üksikute jaamade andmete vahel, mis on tingitud vaatluskohtade erinevusest, nagu maakoha kõrgus, kas mõõtmine toimub lagedal väljal või metsastunud, tuulest varjatud kohal jne.

Järgnevas tabelis on antud samade jaamade kohta keskmised dekaadide ja aasta lumikatte päevad. Analoomiliselt eelmisele

Tabel nr. 49.

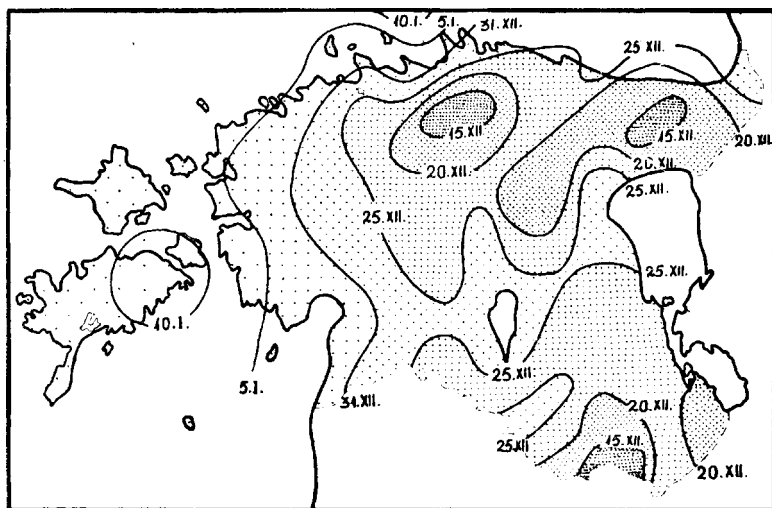
Keskmised päevade arvud lumikattega 1923/24—1935/36.

	X			XI			XII			I			II			III			IV			V			Aasta
	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-28	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	
Abruka . . .	—	—	—	1	2	2	3	6	7	6	8	9	8	7	8	7	7	4	2	1	—	—	—	—	88
Jäeneda . . .	—	1	1	2	3	5	7	7	9	9	9	10	10	9	8	10	9	9	7	4	1	—	—	—	130
Jõgeva . . .	—	1	1	1	2	4	6	6	9	8	8	9	10	9	8	9	8	8	5	3	1	—	—	—	116
Keri . . .	—	—	—	1	2	2	3	6	6	5	6	8	9	8	7	7	7	4	2	1	—	—	—	—	84
Kübassaare . .	—	—	—	1	2	2	3	6	7	7	7	8	9	7	7	7	7	5	3	1	—	—	—	—	89
Lihula . . .	—	1	1	1	2	3	4	5	7	7	7	8	9	9	7	7	7	7	3	2	—	—	—	—	97
Lõõtsa . . .	—	—	—	1	2	2	4	6	6	6	7	8	8	7	7	7	6	2	1	—	—	—	—	—	80
Naissaar . . .	—	—	1	1	1	3	4	4	7	7	8	8	9	8	8	8	8	6	4	3	2	1	—	—	109
Narva-Jõesuu . .	—	1	2	2	2	4	5	5	8	8	9	9	10	9	8	9	9	9	6	3	1	—	—	—	119
Olustvere . . .	—	—	1	1	2	4	6	7	9	8	8	10	9	9	8	9	8	9	6	3	1	—	—	—	118
Osmussaar . . .	—	—	1	—	1	2	4	4	7	7	7	7	8	7	7	7	6	5	3	2	1	—	—	—	93
Pakri . . .	—	—	1	1	1	2	3	3	5	7	7	7	5	9	7	8	8	7	3	2	1	—	—	—	87
Pärnu . . .	—	—	1	1	2	3	4	4	7	7	7	7	9	9	8	8	7	6	3	2	1	—	—	—	96
Ruhnu . . .	—	—	—	—	2	3	4	5	7	7	7	9	9	9	8	10	8	7	5	2	—	—	—	—	95
Sõmerpalu . . .	—	1	2	2	3	4	7	8	9	8	8	10	9	9	8	10	8	7	5	3	1	—	—	—	122
Sõrve . . .	—	—	—	1	2	2	3	5	5	6	7	7	8	6	6	6	6	5	3	2	1	—	—	—	75
Suunupi . . .	—	1	1	2	2	3	4	6	8	8	8	8	9	9	8	8	8	8	5	3	2	—	—	—	111
Tallinn . . .	—	—	1	2	2	4	5	5	8	8	8	8	9	9	7	8	8	7	4	2	1	—	—	—	106
Tartu . . .	—	1	1	2	2	4	7	7	9	8	8	8	10	9	8	8	7	6	2	1	1	—	—	—	109
Tiirikoja . . .	—	—	1	2	2	4	5	6	9	8	9	8	10	10	7	8	6	6	4	3	—	—	—	—	108
Tooma . . .	—	1	1	2	3	5	7	7	9	9	9	10	10	9	8	10	8	8	6	4	2	—	—	—	128
Vao . . .	—	1	2	1	3	5	7	7	10	9	9	9	10	9	8	10	9	9	7	5	2	—	—	—	132
Viirelaid . . .	—	1	1	1	2	4	2	3	6	8	7	8	9	9	7	8	6	5	4	3	2	—	—	—	96
Vormsi . . .	—	1	1	1	2	2	3	4	7	8	8	8	9	9	8	8	8	7	5	2	1	1	—	—	103
Võru . . .	—	1	1	2	2	3	6	7	8	8	7	8	9	9	8	8	7	6	3	1	—	—	—	—	104

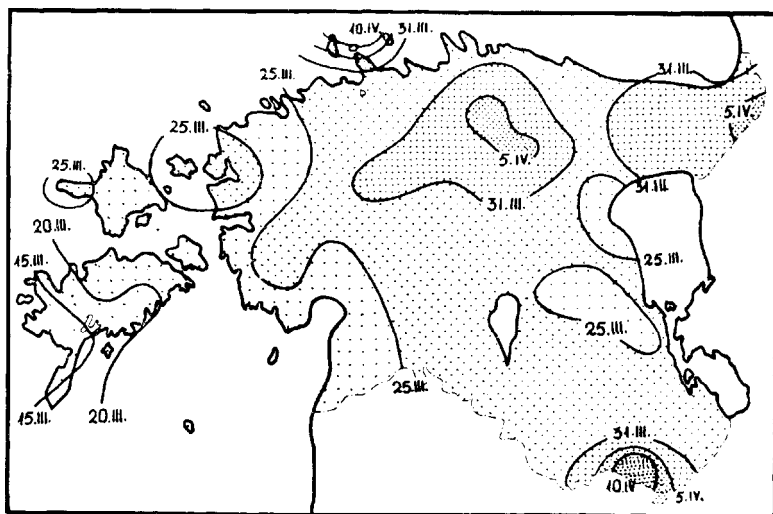
tabelile esinevad ka siin suured lahkuminekid üksikute jaamade vahel, mis on seletatavad eespool-mainitud vaatluskohtade erinevate omadustega.

Selgema ülevaate saamiseks lumikatte jaotusest Eestis on järgnevail jooniseil esitatud lumikatte kõrguse samajooned sentimeetrites kuude järgi. Lumikatte kõrguse samajoonte koostamiseks on kasutatud graafilist meetodit, mille järgi iga aasta kohta eraldi joonistati üksikute kuude samakõrgusjooned, millest graafilise liitmisega tuletati keskmised lumikatte kõrguse samajooned kogu ajavahemiku kohta. Vastavateilt joonistelt on näha, et lumikatte algab Eestis novembrikuuga ja kestab maini, kusjuures kooskõlas sademete jaotusega esinevad suurimad lumikatte kõrgused sisemaal kõrgematel kohtadel, kuna rannikualad ja saared omavad tunduvalt madalamat lumikattet.

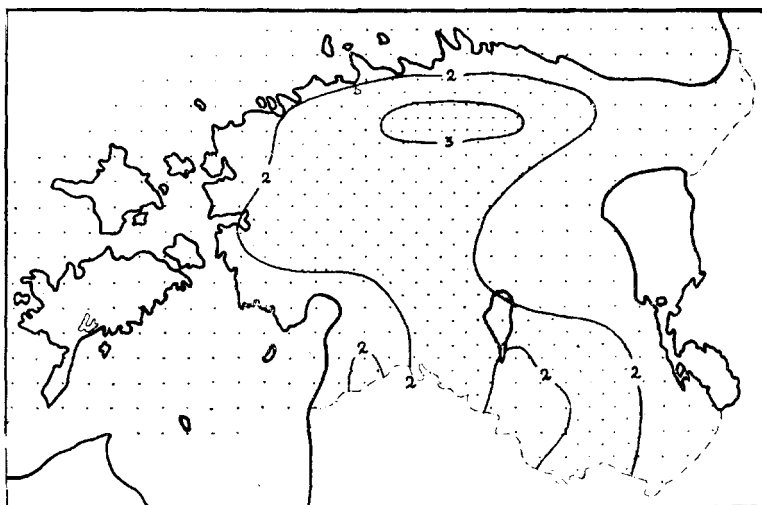
Analoogiliselt lumikatte kõrguse samajoonteile on järgnevatel joonistel kujutatud kõverad, mis näitavad kuupäevade järgi pideva lumikatte algust ja lõppu. Kooskõlas lumikatte kõrgusega püsib lumi pikemat aega Ida-Eesti kõrgendikkudel.



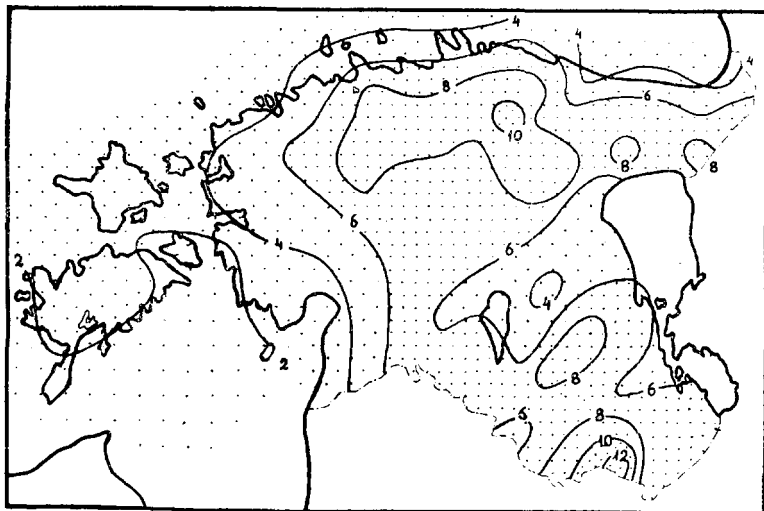
Joonis nr. 62. Pideva lumikatte algus 1923—35.



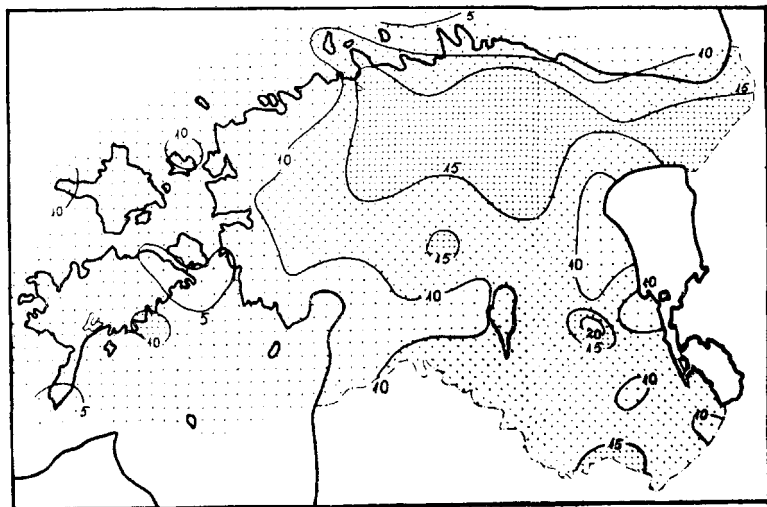
Joonis nr. 63. Pideva lumikatte lõpp 1924—36.



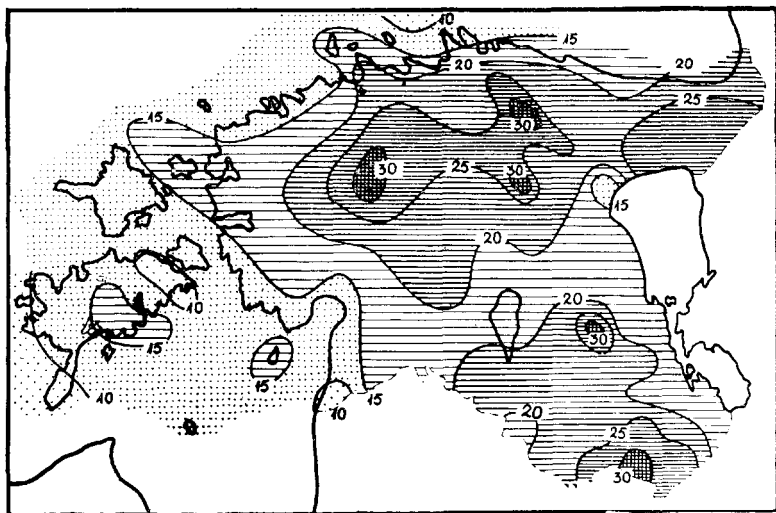
Joonis nr. 64. Keskmine lumikatte kõrgus (sm) novembris 1923—35.



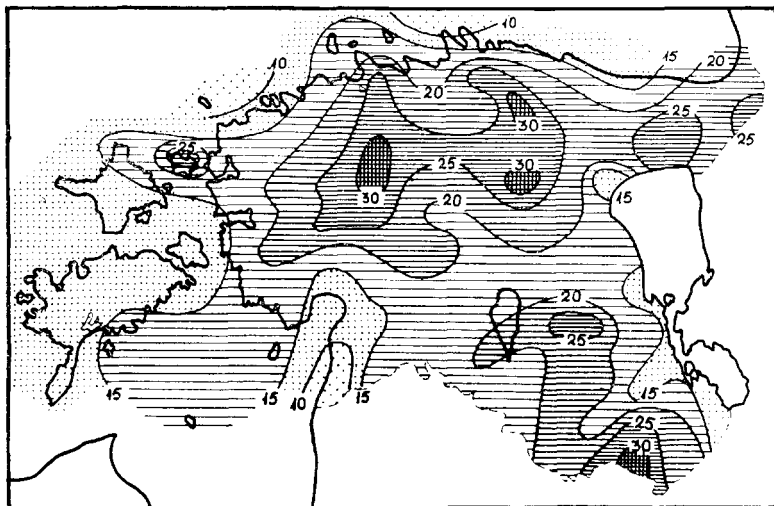
Joonis nr. 65. Keskmise lumikatte kõrgus (sm) detsembris 1923—35.



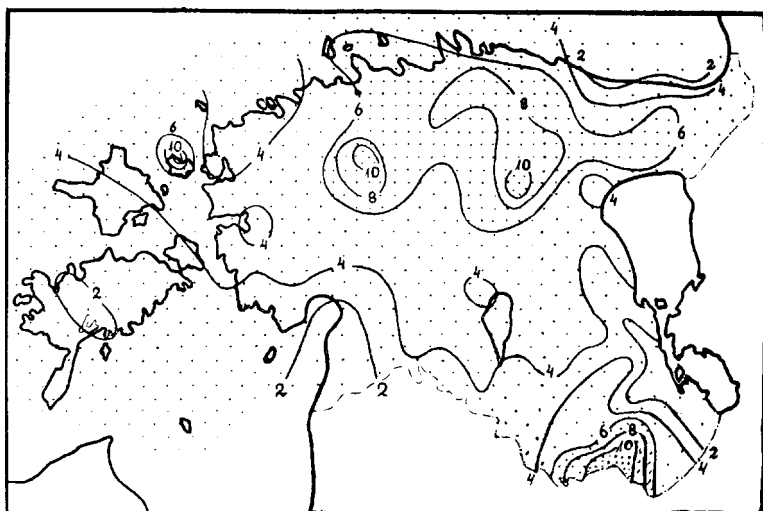
Joonis nr. 66. Keskmise lumikatte kõrgus (sm) jaanuaris 1924—36.



Joonis nr. 67. Keskmise lumikatte kõrgus (sm) veebruaris 1924—36.



Joonis nr. 68. Keskmise lumikatte kõrgus (sm) märtsis 1924—36.



Joonis nr. 69. Keskmine lumikatte kõrgus (sm) aprillis 1924—36.

Lisaks sademete ööpäevasele käigule võimaldab sademete-ise-märkija iseloomustada suhet vihma kestuse ja intensiivsuse vahel. Selleks on läbi töötatud Tartu Observatooriumi sademete-ise-märkija andmed 1926—34, kokku 537 vihmajuhust 9 aasta vältel. Üksikvihmade liigitamiseks kestuse järgi on ajaühikuks võetud 20 min.

Järgnevas tabelis on antud hoogvihmade jaotus kestuse järgi ühes keskmise ja maksimaalse intensiivsusega ühe minuti kohta, kusjuures maksimaalne intensiivsus on määratud 10 min. kestel sadanud vihmast. Lühema aja kasutamist maksimaalse intensiivsuse määramiseks ei võimalda Hellmann'i sademete-ise-märkija.

Parima ülevaate saamiseks on järgneval joonisel kujutatud seos keskmise hoogvihmade intensiivsuse ja kestuse vahel graafiliselt, kusjuures püstteljeks on keskmised sademete intensiivsused, rõhkteljeks aga aeg minutites. Joonisel on vastavad 20 min. ajavahemikuga keskmised intensiivsused märgitud ringikestena.

Tabelis toodud andmete järgi on tuletatud vastav võrrand ühes keskmise veaga:

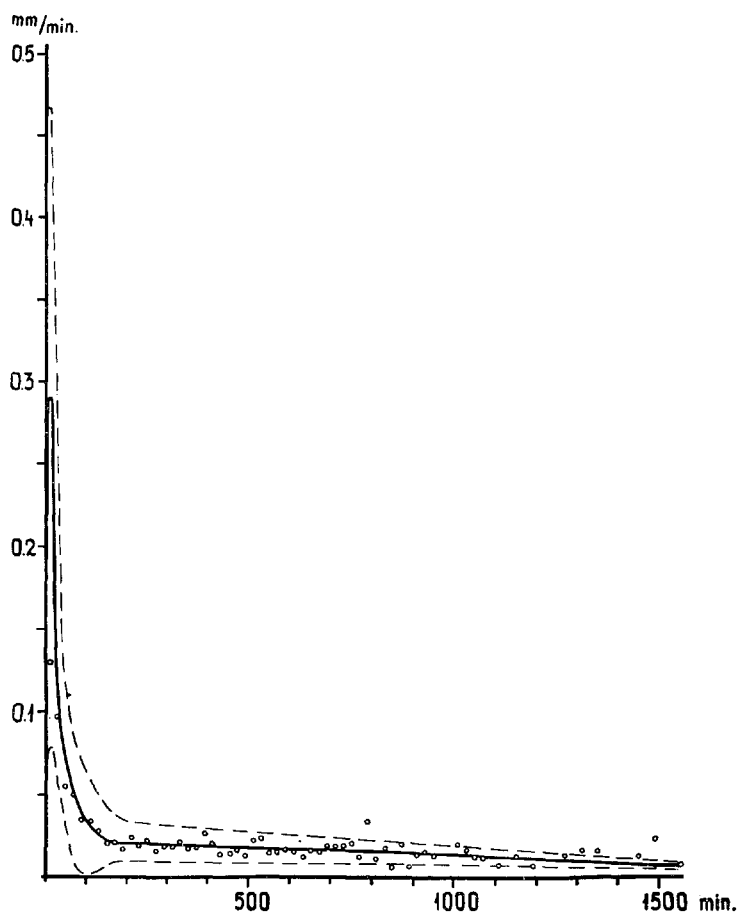
$$y = 0.323 e^{-0.034 x} - 0.346 e^{-1.57 x} - (0.00001 \pm 0.00001) x + \\ + (0.023 \pm 0.014) \pm 0.174 e^{-0.022 x},$$

kus y tähendab keskmist sademete intensiivsust minuti kohta, x hoogvihma vältust minutites ja e naturaall-logaritmide alust. Nii tabel kui ka võrrand näitavad suurima keskmise intensiivsuse langemist lühema vältusega hoogvihmadele, s. o. 0—20 minutini.

Tabel n. r. 50.

Vihmasadude keskmine intensiivsus Tartus 1926—34.

Kestus minutites	Sagedus	Keskmine intensiivsus mm/min.	Maksim. intensiivsus mm/min.	Keskmine 3 maks. intensiiv- susest mm/min.	Kestus minutites	Sagedus	Keskmine intensiivsus mm/min.	Maksim. intensiivsus mm/min.	Keskmine 3 maks. intensiiv- susest mm/min.
0—20	10	0.167	0.90	0.61	861—880	1	0.024	0.20	
21—40	27	0.097	0.86	0.79	881—900	1	0.005	0.09	
41—60	25	0.055	0.96	0.72	901—920	4	0.013	0.50	
61—80	26	0.050	1.16	0.95	921—940	1	0.015	0.09	
81—100	34	0.035	1.00	0.80	941—960	2	0.012	0.12	
101—120	30	0.034	1.48	1.03					
121—140	15	0.028	0.69	0.43	1001—1020	4	0.019	0.16	0.12
141—160	13	0.021	0.52	0.44	1021—1040	1	0.016	0.16	
161—180	29	0.021	0.52	0.47	1041—1060	2	0.012	0.44	
181—200	17	0.017	0.56	0.34	1061—1080	4	0.011	0.14	0.10
201—220	19	0.024	1.02	0.52					
221—240	25	0.019	0.70	0.53	1101—1120	1	0.007	0.04	
241—260	7	0.022	0.18	0.14					
261—280	13	0.015	0.40	0.19	1141—1160	1	0.012	0.35	
281—300	25	0.019	0.48	0.41					
301—320	14	0.018	0.68	0.38	1181—1200	1	0.007	0.03	
321—340	7	0.021	0.60	0.52					
341—360	20	0.017	0.66	0.43	1261—1280	1	0.013	0.10	
361—380	6	0.018	0.32	0.20					
381—400	5	0.032	0.44	0.28	1301—1320	3	0.016	0.28	0.15
401—420	13	0.020	0.26	0.21					
421—440	8	0.014	0.36	0.27	1341—1360	2	0.015	0.10	
441—460	11	0.014	0.38	0.22					
461—480	13	0.016	0.60	0.36	1441—1460	1	0.013	0.08	
481—500	9	0.013	0.13	0.12					
501—520	4	0.022	0.16	0.13	1481—1500	1	0.024	0.30	
521—540	11	0.023	0.54	0.48					
541—560	5	0.014	0.32	0.27	1541—1560	1	0.008	0.03	
561—580	3	0.015	0.08	0.08					
581—600	7	0.016	0.12	0.09	1641—1660	1	0.015	0.10	
601—620	6	0.014	0.12	0.09	1661—1680	1	0.009	0.11	
621—640	3	0.011	0.28	0.16	1681—1700	1	0.010	0.06	
641—660	6	0.016	0.16	0.10					
661—680	4	0.015	0.24	0.19	1761—1780	1	0.009	0.05	
681—700	5	0.018	0.18	0.14					
701—720	3	0.018	0.14	0.09	1821—1840	1	0.011	0.12	
721—740	1	0.018	0.11		1841—1860	2	0.008	0.14	
741—760	3	0.020	0.32						
761—780	5	0.012	0.14	0.09	1921—1940	1	0.009	0.13	
781—800	1	0.033	0.14						
801—820	2	0.010	0.08		3261—3280	1	0.009	0.04	
821—840	5	0.017	0.80	0.34					
841—860	1	0.004	0.02		Σ	537			



Joonis nr. 70. Hoogvihmade keskmine intensiivsus Tartus 1926—34.

IV. Pilvitus.

Eestis valitseva pilvituse jaotuse tundmaõppimiseks on kasutatud 13 jaama vaatlusi ajavahemikus 1923—35. Nagu teada, toimuvad pilvituse vaatlused koos teiste vaatlustega 3 korda päevas: kell 7, 13 ja 21. Vaatlustena märgivad vaatlejad vaatlusvihku pilvede eriliigid ja pilvituse rohkuse 10-astmelise skaala järgi silmaga hindamisel. Nii tähendab pilvituse rohkus 10, et kogu taevast on pilvedega kaetud, pilvitus 5, et pool taevast on pilvkatte all jne. Tuleb alla kriipsutada, et eriti pilvituse rohkuse vaatlused on sõltuvuses vaatleja subjektiivsest hinnangust, mille tõttu

üksikute jaamade vaatlusandmed pole üksteisega hästi võrreldavad.

Järgnevates tabelites (nr. 51, 52, 53) on antud keskmised kuu ja aasta pilvituse rohkused kell 7, 13 ja 21 ja tabelis nr. 54 kuu ja aasta keskmised pilvituse rohkused kolmest tähtajalisest vaatlusest. Tabelid näitavad pilvituse rohkuse aastases käigus tugevat rütmi maksimumiga novembris ja detsembris ja miinimumiga juunis ja juulis.

Tabel nr. 51.

Keskmine pilvituse rohkus 1923—35, 7ⁿ.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu . . .	7.9	8.2	7.3	7.0	6.4	6.2	5.6	6.8	7.4	8.4	8.7	8.5	7.4
Tallinn . . .	8.1	8.1	7.2	6.9	6.5	5.8	5.6	6.6	7.7	8.4	8.9	8.5	7.4
Vilsandi . . .	8.3	8.3	7.3	6.7	6.3	4.9	5.7	6.7	7.3	8.6	9.0	8.5	7.3
Pärnu . . .	7.9	7.5	6.8	6.3	6.0	5.9	5.5	6.3	6.8	7.9	8.3	8.4	7.0
N.-Jõesuu . .	7.5	7.7	6.7	6.7	5.8	5.6	5.1	6.3	7.4	8.4	8.4	8.3	7.0
Tooma . . .	8.1	8.0	6.9	6.5	6.0	5.8	5.3	6.7	7.3	8.2	8.4	8.7	7.2
Olustvere . .	8.2	8.5	7.4	7.1	6.8	6.2	5.9	7.0	7.3	8.4	8.7	8.6	7.5
Jäeneda . . .	8.3	8.4	7.3	6.8	6.5	5.7	5.7	6.6	7.5	8.1	8.8	8.8	7.4
Võru . . .	8.4	8.4	7.5	6.8	6.0	6.2	5.6	7.2	7.6	8.6	8.9	8.7	7.5
Tiirikoja . .	8.0	8.2	7.0	6.6	5.9	5.5	4.9	6.0	6.9	7.9	8.8	8.6	7.0
Jõgeva . . .	8.0	7.6	6.6	6.2	5.3	5.7	5.1	6.3	7.4	8.2	8.7	8.6	7.0
Kuusiku . . .	8.5	8.1	6.9	7.0	6.9	6.0	5.8	6.7	7.4	8.6	8.8	8.6	7.4
Vaindlo . . .	8.4	7.9	6.5	6.6	6.3	5.4	5.4	6.5	7.3	8.2	8.9	8.6	7.2

Tabel nr. 52.

Keskmine pilvituse rohkus 1923—35, 13ⁿ.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu . . .	8.3	8.0	6.8	7.3	7.3	7.1	7.0	7.8	7.9	8.5	8.8	8.7	7.8
Tallinn . . .	8.2	7.9	6.6	6.7	6.3	6.1	5.9	7.0	7.3	8.4	8.9	8.9	7.3
Vilsandi . . .	8.4	7.9	6.8	6.3	6.0	5.6	5.8	6.5	6.9	8.1	8.8	8.8	7.2
Pärnu . . .	7.9	7.5	6.6	6.5	6.1	6.1	5.9	6.9	7.0	7.9	8.4	8.5	7.1
N.-Jõesuu . .	7.9	7.6	6.4	6.5	6.2	6.0	5.6	6.5	7.3	8.2	8.9	8.6	7.1
Tooma . . .	8.2	7.6	6.4	6.8	6.7	6.7	6.5	7.1	7.2	8.2	9.0	8.6	7.4
Olustvere . .	8.6	8.2	7.0	7.5	7.1	7.0	7.0	7.6	7.8	8.6	9.0	9.0	7.9
Jäeneda . . .	8.2	7.7	6.5	7.0	6.7	6.6	6.6	7.0	7.4	8.2	8.8	8.8	7.5
Võru . . .	8.1	8.0	6.7	7.0	6.9	7.0	7.0	7.1	7.5	8.2	8.8	8.8	7.6
Tiirikoja . .	8.3	7.7	6.3	6.6	6.2	6.0	6.0	6.4	7.0	8.0	8.6	8.7	7.2
Jõgeva . . .	8.2	7.1	6.0	6.4	6.0	6.6	6.2	6.9	7.2	7.9	8.6	8.6	7.2
Kuusiku . . .	8.1	7.9	6.4	7.3	7.2	6.7	7.0	7.5	7.3	8.5	9.0	8.8	7.6
Vaindlo . . .	8.4	7.7	6.5	6.7	5.9	5.4	5.4	6.4	7.0	8.1	8.9	8.8	7.1

Tabel nr. 53.

Keskmine pilvituse rohkus 1923—35, 21ⁿ.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu . . .	7.8	7.5	6.1	6.0	6.4	5.9	6.2	6.1	5.7	7.0	8.4	8.2	6.8
Tallinn . .	7.7	7.3	6.0	6.0	6.1	5.8	5.5	6.3	6.1	7.4	8.5	8.5	6.8
Vilsandi . .	7.6	7.2	5.6	5.2	6.3	5.8	5.8	5.6	5.9	7.1	8.0	8.1	6.5
Pärnu . . .	7.5	7.1	5.5	6.0	5.9	5.5	5.1	5.8	5.5	6.9	7.9	8.3	6.4
N.-Jõesuu .	7.5	6.9	5.8	6.4	6.1	5.8	5.0	6.3	6.0	7.2	8.4	8.2	6.6
Tooma . . .	7.9	7.5	5.9	5.8	5.8	5.2	5.0	5.9	5.9	7.6	8.5	8.3	6.6
Olustvere .	8.0	7.8	6.0	5.8	6.3	6.1	6.3	6.4	5.9	7.4	8.3	8.6	6.9
Jäneda . .	8.1	7.3	5.8	6.1	6.1	5.4	5.1	5.9	5.8	7.6	8.5	8.5	6.7
Võru . . .	7.6	7.4	6.2	6.2	6.0	5.6	5.8	6.0	5.3	6.9	8.3	8.3	6.6
Tiirikoja .	8.1	7.5	6.2	6.0	5.5	5.1	5.1	5.5	5.6	7.2	8.4	8.4	6.5
Jõgeva . .	7.7	7.0	5.3	5.3	5.1	5.2	5.2	5.6	5.4	7.0	8.2	8.1	6.3
Kuusiku . .	7.7	7.4	5.9	5.8	6.3	5.5	5.6	5.7	5.8	7.4	8.2	8.4	6.6
Vaindlo . .	8.0	7.1	6.1	6.2	6.4	5.7	5.6	6.8	6.2	7.5	8.8	8.3	6.9

Tabel nr. 54.

Keskmine pilvituse rohkus 1923—35, 7ⁿ, 13ⁿ ja 21ⁿ.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu . . .	8.0	7.9	6.7	6.8	6.7	6.4	6.3	6.9	7.0	8.0	8.6	8.5	7.3
Tallinn . .	8.0	7.8	6.6	6.5	6.3	5.9	5.7	6.8	7.0	8.1	8.8	8.6	7.2
Vilsandi . .	8.1	7.8	6.6	6.1	6.2	5.4	5.8	6.3	6.7	7.9	8.6	8.5	7.0
Pärnu . . .	7.8	7.4	6.3	6.3	6.0	5.8	5.5	6.3	6.4	7.6	8.2	8.4	6.8
N.-Jõesuu .	7.6	7.4	6.3	6.5	6.0	5.8	5.2	6.4	6.9	7.9	8.6	8.4	6.9
Tooma . . .	8.1	7.7	6.4	6.4	6.2	5.9	5.6	6.6	6.8	8.0	8.6	8.5	7.1
Olustvere .	8.3	8.2	6.8	6.8	6.7	6.6	6.4	7.0	7.0	8.1	8.7	8.7	7.4
Jäneda . .	8.2	7.8	6.5	6.6	6.4	5.9	5.8	6.5	6.9	8.0	8.7	8.7	7.2
Võru . . .	8.0	7.9	6.8	6.7	6.3	6.3	6.1	6.8	6.8	7.9	8.7	8.6	7.2
Tiirikoja .	8.1	7.8	6.5	6.4	5.9	5.5	5.3	6.0	6.5	7.7	8.6	8.6	6.9
Jõgeva . .	8.0	7.2	6.0	6.0	5.5	5.8	5.5	6.3	6.7	7.7	8.5	8.4	6.8
Kuusiku . .	8.1	7.8	6.4	6.7	6.8	6.1	6.1	6.6	6.8	8.2	8.7	8.6	7.2
Vaindlo . .	8.3	7.6	6.4	6.5	6.2	5.5	5.5	6.6	6.8	7.9	8.9	8.6	7.1

Peale pilvituse rohkuse keskmiste on arvutatud selgete ja pilves päevade keskmised arvud üksikute kuude ja aasta kohta.

Nagu teada, loetakse meteoroloogias selgeks päevaks säärast päeva, mil pilvituse rohkuse summa kolmest tähtajalisest vaatlusest on alla 6, ja pilves päevaks säärast, mil nimetatud summa on üle 24.

Tabel nr. 55.

Keskmised selgete päevade arvud 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu . . .	2.2	2.1	4.2	4.2	2.9	3.3	3.8	2.2	1.4	0.8	0.8	1.5	29.4
Tallinn . .	1.8	2.1	4.5	3.8	3.8	3.9	4.2	2.1	1.2	0.3	0.8	0.5	29.0
Vilsandi . .	1.4	1.6	4.4	4.5	4.1	5.0	4.7	2.1	1.7	0.8	0.3	1.1	31.7
Pärnu . . .	2.0	2.5	4.2	3.9	3.1	3.7	3.5	2.3	1.9	0.8	1.3	1.0	30.2
N.-Jõesuu .	3.2	3.3	4.7	3.9	4.5	3.4	4.9	3.2	2.4	0.7	0.5	1.5	36.2
Tooma . . .	1.4	2.2	4.7	4.1	3.1	3.0	2.6	1.4	1.1	0.8	0.7	0.9	26.0
Olustvere .	1.3	1.3	3.5	3.0	3.0	3.2	2.5	1.6	1.5	0.5	0.8	0.7	22.9
Jäneda . .	1.5	1.6	4.3	4.5	3.4	4.1	3.9	2.5	1.3	0.6	0.8	0.9	29.4
Võru . . .	2.0	1.8	4.3	2.9	2.9	3.0	2.9	1.7	1.0	0.6	0.8	1.1	25.0
Tiirikoja .	2.1	1.9	4.8	4.2	5.3	4.9	5.2	3.8	2.1	0.8	0.9	0.9	36.9
Jõgeva . .	2.1	3.4	6.2	4.8	5.1	4.3	4.6	3.1	1.8	1.0	1.1	1.1	38.6
Kuusiku . .	1.4	2.3	4.5	3.2	3.0	3.3	2.1	2.2	1.7	0.3	1.1	1.2	26.3
Vaindlo . .	1.2	2.4	5.0	4.1	3.1	3.7	3.3	1.9	0.9	0.4	0.5	0.5	27.0

Et nii selged kui ka pilves päevad olenevad silma järgi määratud pilvituse rohkusest ja selle tõttu on mõjutatud vaatleja subjektiivsest hindamisviisist, ei saa kumbagi päevade liiki hästi kasutada võrdluseks üksikute jaamade pilvituseolude vahel, küll aga aitavad nad iseloomustada pilvituse rohkuse aastast käiku ühel ja samal kohal.

Tabel nr. 56.

Keskmised pilviste päevade arvud 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu . . .	19.7	18.0	13.9	13.5	13.0	10.6	10.1	12.2	11.5	18.1	22.7	22.3	185.6
Tallinn . .	19.0	16.4	13.9	12.6	11.3	8.8	6.9	11.3	12.7	18.6	22.5	22.6	176.6
Vilsandi . .	19.8	15.9	12.5	11.0	11.3	8.6	8.8	8.6	11.3	17.3	20.6	20.9	166.6
Pärnu . . .	18.4	15.0	12.5	10.5	8.5	8.3	6.1	9.8	9.2	15.7	20.1	21.1	155.2
N.-Jõesuu .	18.5	16.3	11.4	13.2	10.0	7.6	6.2	9.9	11.5	18.0	22.1	21.4	166.1
Tooma . . .	19.6	17.0	12.6	11.5	9.6	8.1	6.3	10.9	10.9	17.2	23.1	22.4	169.2
Olustvere .	20.8	17.6	14.2	13.0	12.1	10.5	8.8	12.6	12.7	18.2	22.7	22.7	185.9
Jäneda . .	20.4	17.2	12.8	13.9	10.8	9.0	8.5	11.1	11.5	17.3	22.8	23.1	178.4
Võru . . .	19.5	17.3	14.1	12.4	10.4	9.4	9.7	11.2	11.0	16.4	22.8	22.4	176.6
Tiirikoja .	20.4	17.4	13.2	11.9	9.2	7.1	6.6	9.0	10.0	16.2	22.3	22.4	165.7
Jõgeva . .	19.4	14.8	12.1	10.0	7.8	7.8	6.5	8.8	9.7	16.1	21.3	20.9	155.2
Kuusiku . .	19.4	16.1	13.0	12.4	13.4	8.9	9.0	11.4	11.9	19.0	22.6	22.0	179.1
Vaindlo . .	20.3	15.6	12.9	12.1	9.9	6.8	6.2	9.7	11.3	17.0	22.5	22.5	165.8

Kooskõlas pilvituse rohkuse andmetega esineb pilves päevade aastases käigus maksimum novembris ja detsembris, miinimum aga juunis ja juulis, kuna selgete päevade jaotuses nähtub vastu-
pidine asetus maksimumiga suvel ja miinimumiga sügisel.

Lisaks pilvituse keskmisele rohkusele, pilves ja selgetele päevadele on järgmises tabelis antud udupäevade kuu- ja aastakeskmised.

Tabel nr. 57.

Keskmised udupäevade arvud 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu . . .	6.0	5.6	7.2	3.9	2.8	0.5	2.4	4.2	6.8	9.5	9.9	6.9	65.7
Tallinn . .	6.2	5.9	7.7	5.5	5.9	2.3	2.7	4.7	5.8	6.9	7.6	6.9	68.1
Vilsandi . .	5.8	4.5	6.9	5.5	6.5	3.8	4.5	1.2	2.2	4.0	4.5	4.2	53.6
Pärnu . . .	4.8	4.1	6.1	3.8	2.8	1.7	2.5	3.1	4.9	5.0	7.5	5.8	52.1
N.-Jõesuu .	2.8	2.8	3.3	3.8	3.5	1.7	3.2	2.6	2.6	3.1	4.1	3.7	37.2
Tooma . . .	2.1	1.9	4.3	2.3	1.5	1.0	1.2	4.9	4.7	4.9	4.9	3.7	37.4
Olustvere .	3.6	2.9	5.1	3.1	2.4	2.1	2.8	3.8	3.8	6.2	5.6	5.9	47.3
Jäneda . .	4.6	4.5	5.8	3.8	3.8	3.3	4.7	7.3	5.5	6.2	6.2	5.5	61.2
Võru . . .	3.7	3.8	4.9	3.9	2.5	2.5	3.2	5.6	8.0	5.9	7.3	5.7	57.0
Tiirikoja .	2.7	2.2	3.8	3.9	3.6	1.2	4.5	4.4	4.4	4.4	5.8	3.5	44.4
Jõgeva . .	3.7	2.8	4.2	3.3	2.1	0.8	2.2	4.7	6.7	7.3	8.8	4.2	50.8
Kuusiku . .	2.8	2.8	4.9	2.7	2.6	1.3	2.6	4.2	4.6	4.9	8.0	5.7	47.1
Vaindlo . .	2.2	2.2	5.2	4.2	4.4	2.7	1.1	1.5	2.1	2.1	2.4	2.0	32.1

Udupäevade aastases jaotuses on üldiselt märgata suurt ülekaalu külmemal aastapoolel, s. o. oktoobrist märtsini, kuna soojemal aastapoolel — aprillist septembrini — on udu esinemine tunduvalt harvem.

Pilvituse rohkuse ööpäevast käiku on võimalik jälgida Tartu Meteoroloogia Observatooriumi vaatlustest. Peale kolme tähtajalise vaatluse (7^h, 13^h ja 21^h) on Tartus toimetatud pilvituse vaatlusi veel iga kolme tunni takka, nii et kokku oli võimalik kasutada päevas 7 vaatlust järgmistel kellaaegadel: 7, 10, 13, 16, 19, 21 ja 22.

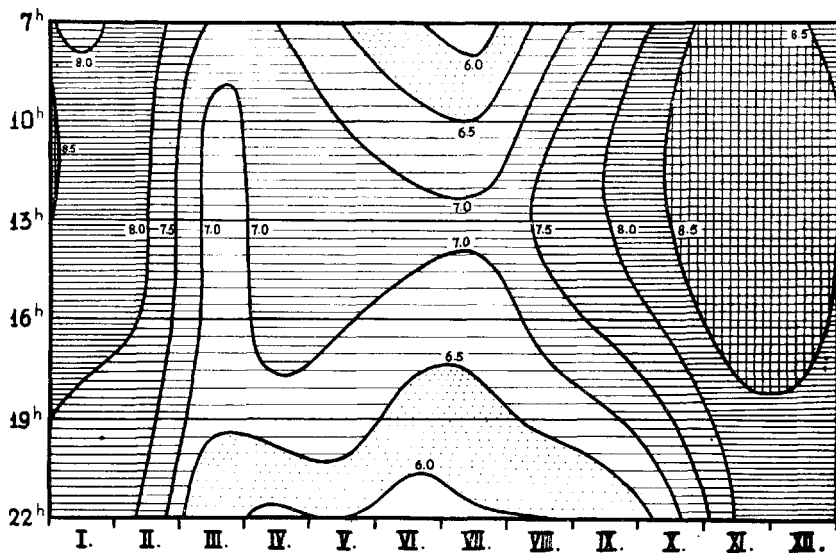
Järgnevas tabelis on toodud kuude ja aasta pilvituse rohkuse keskmised Tartu kohta eespool-nimetatud kellaaegade järgi.

Tabel nr. 58.

Keskmine pilvituse rohkus Tartus 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
7h	7.9	8.2	7.3	7.0	6.4	6.2	5.6	6.8	7.4	8.4	8.7	8.5
10h	8.4	8.1	6.9	7.1	7.0	6.9	6.5	7.5	7.8	8.5	8.9	8.8
13h	8.3	8.0	6.8	7.3	7.3	7.1	7.0	7.8	7.9	8.5	8.8	8.7
16h	8.1	8.0	6.8	7.2	7.0	6.8	6.7	7.3	7.6	8.4	9.0	8.7
19h	7.7	7.6	6.6	6.8	6.6	6.3	6.4	6.6	6.9	7.5	8.4	8.3
21h	7.8	7.5	6.1	6.0	6.4	5.9	6.2	6.1	5.7	7.0	8.4	8.2
22h	7.8	7.5	6.1	5.9	6.2	5.8	6.0	6.0	5.6	6.9	8.4	8.2

Selgema ülevaate saamiseks pilvituse rohkuse ööpäevasest käigust on joonisel nr. 71 esitatud vastavad isopleedid 0.5 ühikulistel vahedega.

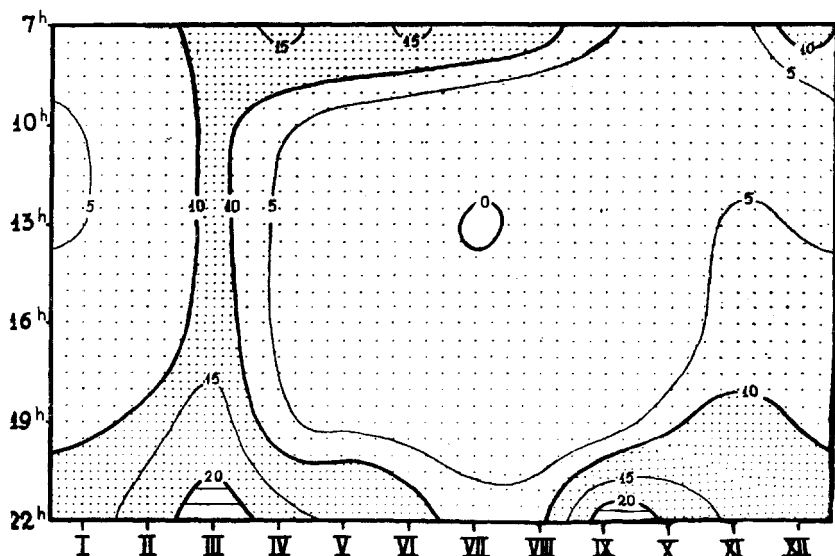


Joonis nr. 71. Pilvituse rohkuse isopleedid Tartus 1923—35.

Suurim pilvitus (üle 8.5) esineb novembris ja detsembris, millest peale pilvituse rohkus pidevalt väheneb, moodustades miinimumi juunis ja juulis. Edasi on tähelepanu-väärt pilvituse suurenemine keskpäeva ajal suvekuudel, mis, nagu teada, on tingitud õhu püstvooludest.

Analoogiliselt pilvituse rohkuse ööpäevasele jaotusele võimaldavad Tartu 3 tunni takka toimetatud vaatlused jälgida pilvita

taeva ööpäevast käiku, mis on iseloomustatud vastavate isopleetidega joonisel nr. 72.



Joonis nr. 72. Pilvita taeva isopleetid Tartus 1923—35.

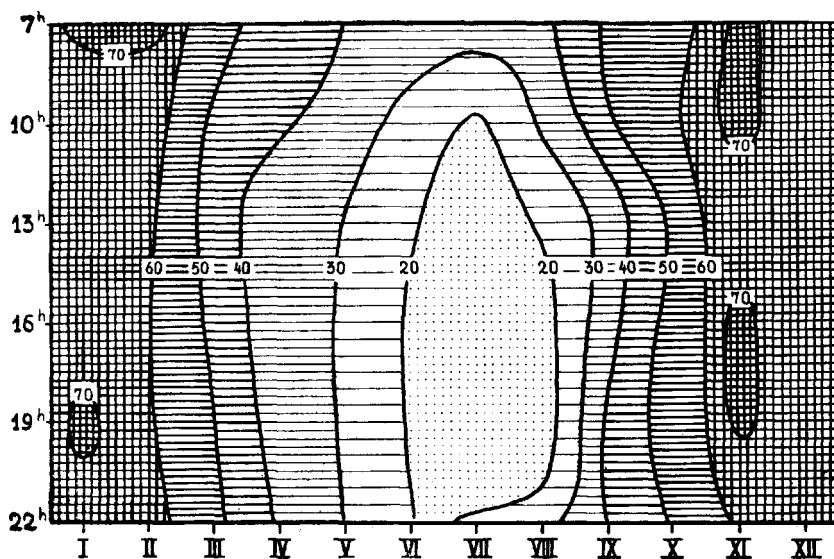
Nagu eelmisel joonisel, nii on ka siin rõhthetjeks kuud, püstteljeks aga kellaajad 3 tunni takka, alates kell 7 kuni 22, kuna kõverad väljendavad protsentides, kui sagedasti vastaval vaatlustähtajal on esinenud täiesti pilvita taevast. Jooniselt näeme, et enamuses on täiesti selget taevast olnud märtsikuul, mil ühelt poolt talvel sageli esinev kihtpilvitus ja udu on jäänud vähemaks, teiselt poolt aga puudub veel suvine rümpilvitus.

Samal viisil on Tartu pilvituse vaatluste järgi isopleetidega kujutatud üksikute pilvituselide ööpäevased ja aastased käigud.

Joonisel nr. 73 näeme madalate kihtpilvede (stratus) ööpäevast jaotust kuude järgi.

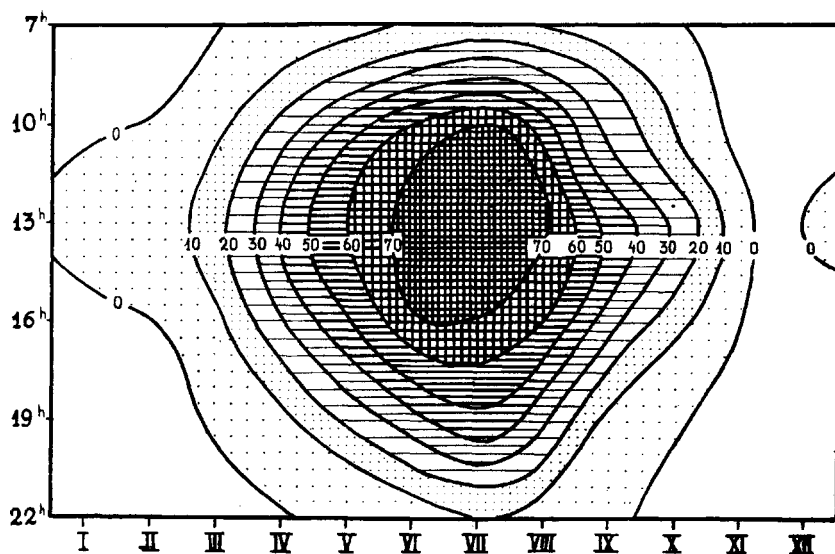
Joonisel leiduvad kõverad väljendavad, nagu selgegi taeva joonisel, protsentides, mitu korda on esinenud vaatlustähtaegadel madalad kihtpilved.

Stratuse jaotuses on tunda nii aastast kui ka ööpäevast rütmi. Stratuse maksimum langeb novembrikuule, mil ligi 70% ulatuses kõigil vaatlustel on vaatlajate poolt märgitud stratust.

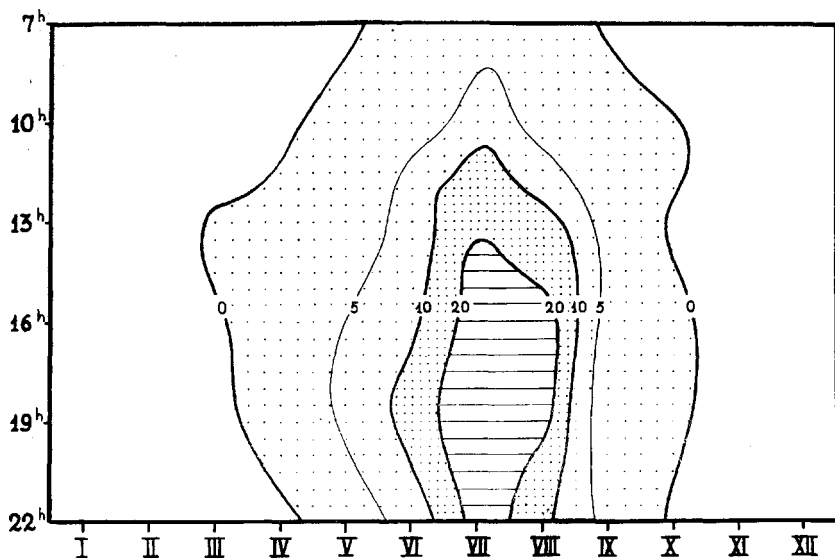


Joonis nr. 73. Kihtpilvede isopleetid Tartus 1923—35.

Järgnevatel joonistel on analoogiliselt esitatud isopleetidega teiste pilvitusliikide jaotus. Eriti selgelt on märgata rünpilvede (cumulus) ja äikesepilvede (Cu Nb) suurt ülekaalu suvekuudel.

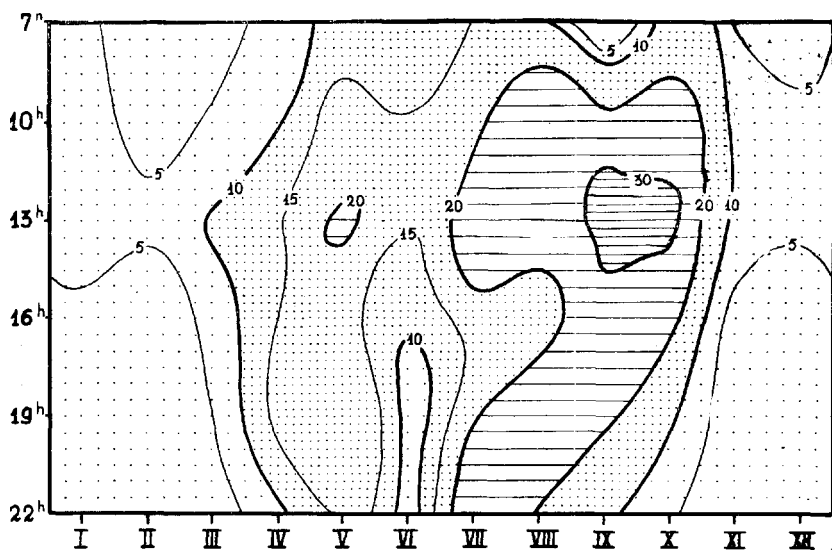


Joonis nr. 74. Rünpilvede isopleetid Tartus 1923—35.



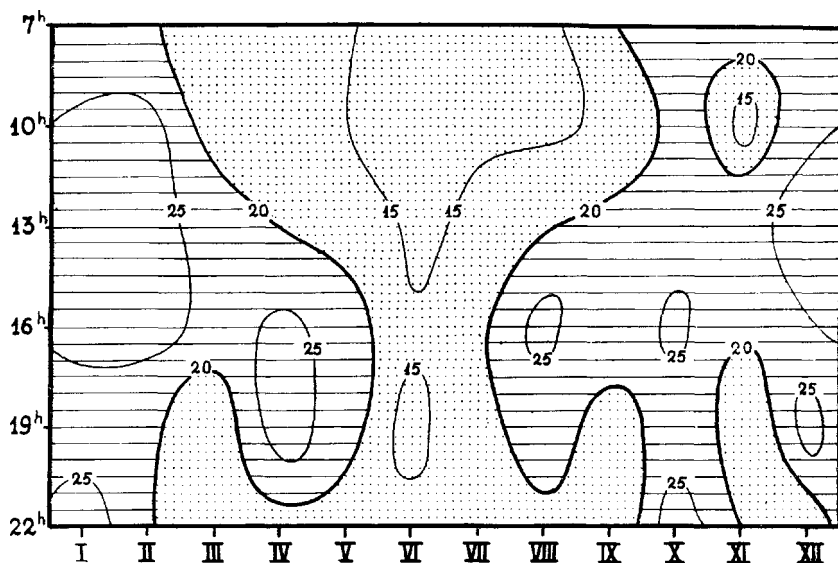
Joonis nr. 75. Äikesepilvede (Cu Nb) isopleedid Tartus 1923—35.

Kihtrümpilvituse (St Cu) jaotuses nähtub maksimum sügis-kuudel — septembris ja oktoobris, sest et eriti külmal aastapool-
lel, mil suures ülekaalus on stratus, on St Cu pilvede esinemine
tunduvalt vähem.



Joonis nr. 76. Kihtrümpilvede isopleedid Tartus 1923—35.

Järgneval joonisel esitatud vihmapiilvede jaotuses puudub erinev korrapärasus nii ööpäevases kui aastases jaotuses.



Joonis nr. 77. Vihmapilvede isopleedid Tartus 1923—35.

V. Päikesepaiste kestus.

Täiendavaid andmeid pilvituse rohkuse vaatlustele võimaldavad päikesepaiste kestuse isemärkijad (heliograafid), mis automaatselt registreerivad päikesepaiste kestust kella järgi. Eestis on olnud tarvitusel Velitško süsteemi heliograaf valgustundelise paberiga, millele jätavad päikese kiired märgatava jäljendi. Päikesepaiste isemärkijate kirjutistest on võimalik määrata 5 minuti täpsusega, millal ja kui kaua on olnud vaadeldavas ajavahemikus päikesepaistet. Tuleb alla kriipsutada, et vaatluskohtade vahel esinevad lahkuminekid päikesepaiste kestuse suhtes ei olene ainuüksi erinevatest pilvituseoludest, vaid siin tuleb arvestada ka vaatlajate käitumist valgustundeliste paberitega, nende alalhoiu tingimustega jne.

Järgnevas tabelis on antud kuu ja aasta keskmised päikesepaiste kestuse summad, väljendatud tundides, 11 jaamast 10 aasta vaatlustest 1926—35.

Tabel nr. 59.

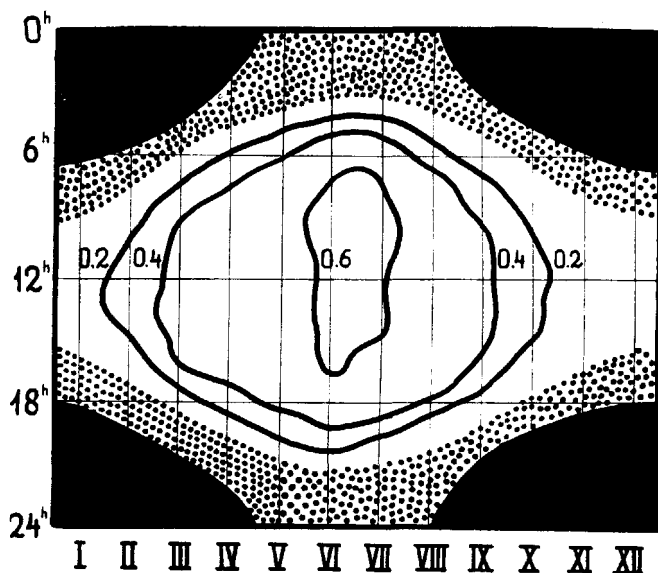
Keskmine päikesepaiste kestus tundides 1926—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Vilsandi . .	21.8	50.6	143.1	182.3	239.2	276.9	277.8	225.4	156.9	61.2	19.7	12.4	1667.3
Tartu . . .	30.3	55.0	140.2	171.2	229.9	256.0	263.9	210.2	139.3	66.1	23.2	18.2	1603.5
Tallinn . .	20.3	46.1	146.5	175.6	230.6	280.8	272.4	198.1	127.2	52.3	16.0	8.2	1574.1
N.-Jõesuu .	21.1	58.0	148.2	186.3	247.6	274.2	296.6	216.8	133.9	61.6	18.4	5.6	1668.3
Pärnu . . .	29.7	63.2	144.0	184.0	244.2	273.5	287.7	213.1	151.8	72.7	27.0	16.7	1707.6
Tooma . . .	30.8	61.7	146.5	177.0	230.6	272.4	269.9	210.6	143.7	69.9	23.7	18.1	1654.9
Tiirikoja .	16.0	42.3	128.2	158.4	209.0	242.8	263.1	183.2	129.2	47.0	16.0	9.8	1445.0
Olustvere .	21.7	53.2	134.9	157.7	214.7	256.1	253.3	180.6	135.5	58.2	15.4	10.2	1491.5
Pakri . . .	31.9	60.3	159.1	194.4	256.3	313.2	314.2	240.1	162.0	78.3	23.1	13.1	1846.0
Jõgeva . .	18.3	39.2	116.0	158.1	205.0	240.4	247.3	174.9	115.4	50.9	16.4	10.6	1392.5
Jäneda . .	21.8	45.2	134.1	168.2	227.1	261.5	251.2	195.6	137.5	64.5	18.2	13.3	1538.2

Tabel nr. 60.

Keskmine päevane päikesepaiste kestus tundides kellaaegade järgi Tallinnas 1926—35.

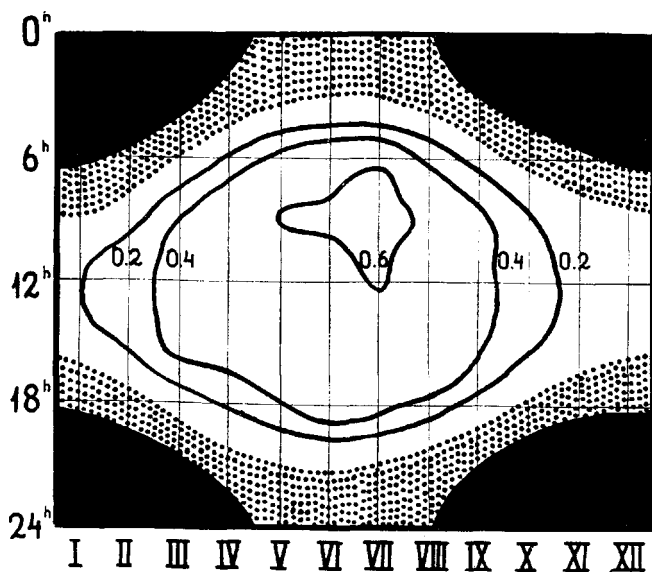
Tund	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	0.03	0.20	0.12	0.00	—	—	—	—
5	—	—	—	0.03	0.25	0.46	0.42	0.10	0.00	—	—	—
6	—	—	0.01	0.23	0.40	0.55	0.54	0.32	0.05	—	—	—
7	—	—	0.18	0.38	0.49	0.60	0.60	0.46	0.21	0.01	—	—
8	—	0.02	0.34	0.45	0.53	0.63	0.61	0.51	0.32	0.07	0.00	—
9	0.01	0.12	0.42	0.49	0.55	0.65	0.63	0.50	0.38	0.16	0.02	0.00
10	0.09	0.21	0.47	0.51	0.57	0.66	0.65	0.54	0.42	0.20	0.08	0.04
11	0.13	0.24	0.50	0.51	0.55	0.64	0.63	0.52	0.43	0.23	0.10	0.07
12	0.14	0.26	0.51	0.51	0.55	0.63	0.62	0.50	0.42	0.25	0.11	0.07
13	0.15	0.27	0.53	0.50	0.54	0.64	0.61	0.51	0.44	0.23	0.11	0.07
14	0.11	0.26	0.53	0.50	0.54	0.64	0.63	0.50	0.44	0.23	0.09	0.02
15	0.03	0.18	0.50	0.49	0.54	0.64	0.59	0.51	0.43	0.19	0.03	0.00
16	0.00	0.08	0.43	0.46	0.55	0.61	0.58	0.49	0.38	0.10	0.00	—
17	—	0.00	0.26	0.42	0.53	0.59	0.57	0.47	0.26	0.01	—	—
18	—	—	0.04	0.31	0.47	0.54	0.53	0.36	0.06	—	—	—
19	—	—	—	0.06	0.31	0.46	0.37	0.10	0.00	—	—	—
20	—	—	—	—	0.05	0.24	0.08	0.00	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kuu	0.66	1.64	4.72	5.85	7.45	9.38	8.78	6.39	4.24	1.68	0.54	0.27



Joonis nr. 78. Päikesepaiste isopleedid Tallinnas 1923—35.

Tabel nr. 61. Keskmise päevane päikesepaiste kestus tundides kellaaegade järgi Tartus 1926—35.

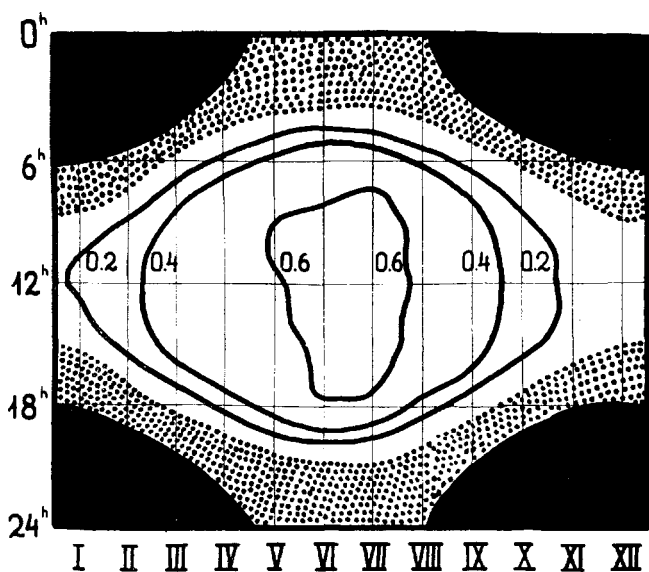
Tund	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	0.00	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	0.03	0.12	0.09	0.01	—	—	—	—
5	—	—	—	0.02	0.30	0.44	0.42	0.13	—	—	—	—
6	—	—	0.00	0.24	0.50	0.53	0.57	0.37	0.08	—	—	—
7	—	—	0.09	0.41	0.53	0.58	0.64	0.50	0.22	0.01	—	—
8	—	0.02	0.32	0.50	0.59	0.60	0.66	0.53	0.39	0.11	0.01	—
9	0.01	0.13	0.44	0.53	0.61	0.62	0.67	0.56	0.46	0.23	0.04	0.02
10	0.12	0.24	0.47	0.51	0.59	0.59	0.66	0.55	0.44	0.25	0.11	0.06
11	0.18	0.28	0.49	0.51	0.55	0.59	0.61	0.54	0.43	0.26	0.14	0.13
12	0.20	0.29	0.51	0.51	0.54	0.58	0.61	0.54	0.46	0.27	0.14	0.15
13	0.20	0.31	0.51	0.49	0.53	0.57	0.59	0.52	0.47	0.28	0.13	0.13
14	0.18	0.29	0.48	0.45	0.51	0.58	0.55	0.50	0.45	0.27	0.11	0.09
15	0.07	0.26	0.46	0.45	0.50	0.57	0.55	0.51	0.43	0.23	0.08	0.02
16	0.00	0.12	0.42	0.42	0.47	0.55	0.53	0.50	0.40	0.16	0.02	—
17	—	0.01	0.30	0.37	0.45	0.52	0.52	0.48	0.31	0.05	—	—
18	—	—	0.04	0.26	0.40	0.50	0.45	0.39	0.11	—	—	—
19	—	—	0.00	0.05	0.27	0.43	0.33	0.14	0.01	—	—	—
20	—	—	—	0.00	0.06	0.15	0.07	0.02	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	0.01	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kuu	0.96	1.95	4.53	5.72	7.43	8.53	8.52	6.79	4.66	2.12	0.78	0.80



Joonis nr. 79. Päikesepaiste isopleetid Tartu 1926—35.

Tabel nr. 62. Keskmise päevane päikesepaiste kestus tundides kellaaegade järgi Pärnus 1926—35.

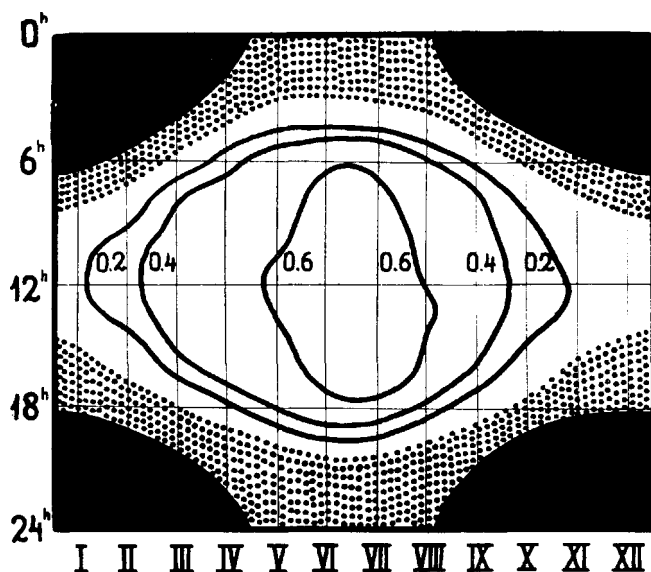
Tund	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	0.01	0.00	0.01	0.00	—	—	—	—
5	—	—	—	0.02	0.24	0.40	0.38	0.08	—	—	—	—
6	—	—	0.01	0.25	0.48	0.54	0.53	0.38	0.07	—	—	—
7	—	—	0.17	0.41	0.54	0.57	0.59	0.46	0.31	0.02	—	—
8	—	0.03	0.37	0.47	0.55	0.60	0.62	0.53	0.42	0.12	0.00	—
9	0.02	0.19	0.45	0.50	0.60	0.63	0.67	0.55	0.47	0.23	0.06	0.00
10	0.13	0.30	0.48	0.51	0.61	0.64	0.68	0.57	0.49	0.26	0.13	0.06
11	0.20	0.34	0.50	0.53	0.61	0.65	0.68	0.56	0.48	0.29	0.17	0.13
12	0.21	0.33	0.50	0.53	0.58	0.65	0.67	0.58	0.50	0.31	0.16	0.15
13	0.19	0.33	0.50	0.55	0.58	0.65	0.68	0.57	0.51	0.30	0.16	0.12
14	0.16	0.34	0.50	0.54	0.57	0.64	0.66	0.57	0.49	0.30	0.15	0.07
15	0.05	0.28	0.48	0.51	0.56	0.63	0.67	0.55	0.48	0.29	0.07	0.00
16	—	0.10	0.42	0.48	0.54	0.63	0.65	0.52	0.42	0.18	0.00	—
17	—	0.00	0.24	0.44	0.53	0.62	0.63	0.46	0.33	0.03	—	—
18	—	—	0.03	0.33	0.50	0.59	0.59	0.36	0.09	—	—	—
19	—	—	—	0.06	0.34	0.49	0.46	0.12	—	—	—	—
20	—	—	—	—	0.04	0.18	0.11	0.00	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	0.00	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kuu	0.96	2.24	4.65	6.13	7.88	9.11	9.28	6.86	50.6	2.33	0.90	0.53



Joonis nr. 80. Päikesepaiste isopleetid Pärnus 1926—35.

Tabel nr. 63. Keskmise päevane päikesepaiste kestus tundides kellaegade järgi Olustveres 1926—35.

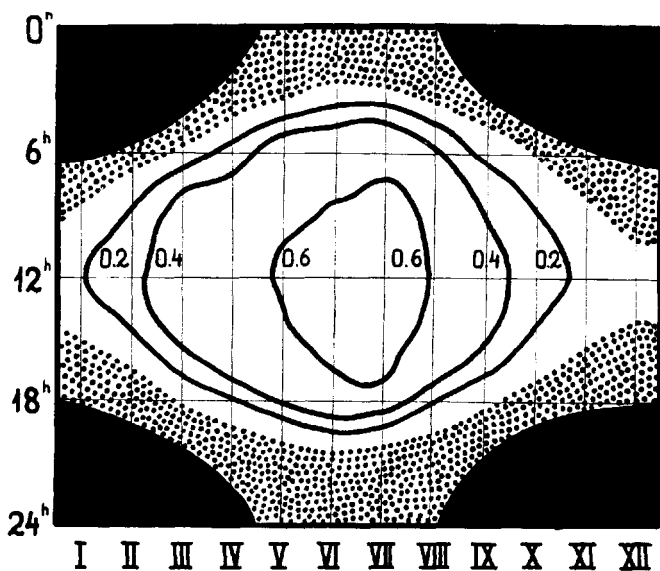
Tund	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	0.01	0.05	0.03	—	—	—	—	—
4	—	—	—	0.08	0.13	0.27	0.20	0.03	—	—	—	—
5	—	—	—	0.12	0.30	0.45	0.41	0.16	0.02	—	—	—
6	—	—	0.06	0.29	0.45	0.54	0.55	0.31	0.14	0.00	—	—
7	—	0.01	0.24	0.39	0.50	0.54	0.58	0.40	0.28	0.03	—	—
8	0.00	0.10	0.41	0.45	0.54	0.56	0.60	0.45	0.38	0.15	0.01	0.00
9	0.06	0.21	0.45	0.48	0.54	0.58	0.62	0.49	0.44	0.21	0.06	0.03
10	0.10	0.27	0.46	0.48	0.55	0.60	0.61	0.50	0.45	0.23	0.09	0.07
11	0.16	0.29	0.49	0.49	0.55	0.59	0.60	0.49	0.46	0.27	0.11	0.09
12	0.17	0.32	0.51	0.48	0.51	0.59	0.58	0.47	0.50	0.26	0.09	0.09
13	0.14	0.29	0.49	0.45	0.48	0.59	0.57	0.47	0.44	0.23	0.09	0.04
14	0.06	0.24	0.46	0.42	0.47	0.58	0.55	0.47	0.41	0.22	0.05	0.00
15	0.02	0.11	0.41	0.38	0.48	0.57	0.51	0.45	0.39	0.16	0.01	—
16	0.00	0.03	0.27	0.38	0.45	0.57	0.49	0.44	0.34	0.06	0.00	—
17	—	0.00	0.10	0.30	0.43	0.54	0.48	0.40	0.21	0.02	—	—
18	—	—	0.01	0.11	0.36	0.50	0.45	0.23	0.07	—	—	—
19	—	—	—	0.02	0.16	0.33	0.26	0.07	0.00	—	—	—
20	—	—	—	—	0.02	0.08	0.07	0.00	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	0.00	0.01	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kuu	0.71	1.87	4.36	5.32	6.93	8.53	8.17	5.83	4.53	1.84	0.51	0.32



Joonis nr. 81. Päikesepaiste isopleetid Vilsandis 1926—35.

Tabel nr. 64. Keskmise päevane päikesepaiste kestus tundides kellaaegade järgi Jänedal 1926—35.

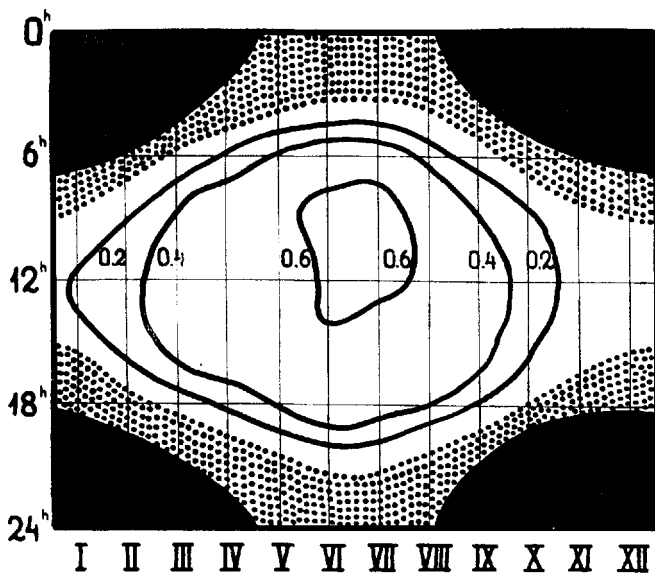
Tund	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	0.00	0.02	0.01	—	—	—	—	—
4	—	—	—	0.00	0.14	0.30	0.24	0.02	—	—	—	—
5	—	—	—	0.14	0.35	0.49	0.45	0.20	0.01	—	—	—
6	—	—	0.06	0.33	0.43	0.55	0.52	0.36	0.12	0.00	—	—
7	—	0.01	0.27	0.44	0.48	0.61	0.56	0.44	0.29	0.07	—	—
8	0.00	0.05	0.39	0.47	0.53	0.60	0.59	0.51	0.35	0.19	0.01	—
9	0.05	0.15	0.45	0.48	0.54	0.60	0.59	0.52	0.43	0.23	0.06	0.02
10	0.14	0.21	0.49	0.50	0.57	0.58	0.60	0.53	0.45	0.26	0.11	0.08
11	0.15	0.25	0.49	0.48	0.58	0.58	0.58	0.55	0.43	0.28	0.12	0.11
12	0.16	0.28	0.50	0.48	0.56	0.57	0.58	0.52	0.48	0.26	0.13	0.11
13	0.14	0.29	0.49	0.47	0.56	0.54	0.56	0.51	0.50	0.25	0.11	0.09
14	0.07	0.23	0.48	0.48	0.54	0.57	0.52	0.50	0.46	0.23	0.05	0.03
15	0.00	0.11	0.40	0.44	0.53	0.56	0.52	0.46	0.44	0.19	0.01	0.00
16	—	0.02	0.26	0.39	0.48	0.58	0.51	0.46	0.34	0.09	—	—
17	—	0.01	0.06	0.33	0.46	0.57	0.52	0.39	0.20	0.01	—	—
18	—	—	0.00	0.15	0.42	0.53	0.45	0.25	0.06	0.00	—	—
19	—	—	—	0.02	0.14	0.36	0.24	0.05	—	—	—	—
20	—	—	—	—	0.00	0.09	0.05	0.00	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	0.00	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kuu	0.71	1.61	4.34	5.60	7.31	8.70	8.09	6.27	4.56	2.06	0.60	0.44



Joonis nr. 82. Päikesepaiste isopleetid Narva-Jõesuus 1926—35.

Tabel nr. 65. Keskmise päevane päikesepaiste kestus tundides kellaaegade järgi Jõgeval 1926—35.

Tund	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	0.01	0.03	0.02	—	—	—	—	—
4	—	—	—	0.01	0.10	0.17	0.18	0.01	—	—	—	—
5	—	—	0.00	0.12	0.35	0.43	0.45	0.16	0.01	—	—	—
6	—	—	0.04	0.29	0.47	0.52	0.55	0.35	0.14	0.00	—	—
7	—	0.00	0.17	0.42	0.50	0.55	0.59	0.44	0.28	0.06	0.00	—
8	0.00	0.02	0.22	0.43	0.49	0.53	0.58	0.42	0.31	0.11	0.01	—
9	0.02	0.06	0.27	0.41	0.46	0.50	0.53	0.41	0.32	0.13	0.05	0.02
10	0.11	0.20	0.45	0.51	0.51	0.56	0.56	0.50	0.42	0.23	0.09	0.05
11	0.14	0.29	0.49	0.51	0.52	0.57	0.58	0.53	0.45	0.25	0.12	0.09
12	0.16	0.33	0.49	0.50	0.54	0.58	0.59	0.51	0.45	0.26	0.11	0.10
13	0.13	0.31	0.49	0.46	0.50	0.55	0.57	0.47	0.43	0.25	0.10	0.07
14	0.04	0.18	0.43	0.41	0.44	0.51	0.52	0.42	0.37	0.19	0.05	0.01
15	0.00	0.02	0.33	0.37	0.40	0.48	0.48	0.37	0.26	0.09	0.00	—
16	—	0.00	0.27	0.39	0.41	0.54	0.50	0.40	0.26	0.04	—	—
17	—	—	0.08	0.32	0.41	0.54	0.49	0.34	0.15	—	—	—
18	—	—	—	0.12	0.34	0.53	0.45	0.25	0.02	—	—	—
19	—	—	—	0.01	0.14	0.34	0.28	0.05	—	—	—	—
20	—	—	—	—	0.00	0.05	0.04	—	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kuu	0.60	1.41	3.73	5.28	6.59	7.98	7.96	5.63	3.87	1.61	0.53	0.34



Joonis nr. 83. Päikesepaiste isopleedid Toomal 1926—35.

Tabel nr. 66. Keskmine päevane päikesepaiste kestus tundides kellaaegade järgi Tiirikojal 1926—35.

Tund	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	0.01	0.06	0.07	0.00	—	—	—	—
5	—	—	—	0.01	0.18	0.36	0.36	0.04	—	—	—	—
6	—	—	—	0.15	0.39	0.46	0.54	0.23	0.04	—	—	—
7	—	—	0.09	0.32	0.46	0.52	0.59	0.38	0.17	0.02	—	—
8	—	0.01	0.28	0.42	0.53	0.56	0.64	0.47	0.36	0.05	—	—
9	0.00	0.10	0.42	0.47	0.54	0.59	0.66	0.51	0.41	0.16	0.01	—
10	0.07	0.20	0.47	0.50	0.56	0.61	0.66	0.51	0.44	0.21	0.08	0.02
11	0.11	0.24	0.49	0.52	0.54	0.59	0.64	0.54	0.47	0.23	0.10	0.08
12	0.13	0.26	0.50	0.52	0.56	0.58	0.64	0.54	0.44	0.23	0.12	0.09
13	0.12	0.27	0.48	0.49	0.54	0.59	0.60	0.51	0.45	0.24	0.10	0.08
14	0.07	0.26	0.46	0.45	0.50	0.56	0.58	0.48	0.44	0.23	0.09	0.04
15	0.01	0.13	0.39	0.41	0.43	0.50	0.55	0.44	0.38	0.16	0.03	0.00
16	—	0.03	0.36	0.39	0.45	0.52	0.54	0.45	0.35	0.12	0.00	—
17	—	0.00	0.19	0.37	0.41	0.55	0.55	0.44	0.28	0.04	—	—
18	—	—	0.02	0.22	0.39	0.53	0.48	0.32	0.07	—	—	—
19	—	—	—	0.03	0.22	0.42	0.35	0.06	0.00	—	—	—
20	—	—	—	—	0.02	0.10	0.05	0.00	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kuu	0.51	1.50	4.15	5.27	6.73	8.10	8.50	5.92	4.30	1.69	0.53	0.31

Tabel n. r. 67. Keskmise päevane päikesepaiste kestus
tundides kellaaegade järgi Vilsandis 1926—35.

Tund	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
3	—	—	—	—	0.00	0.00	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	0.08	0.03	0.05	0.01	—	—	—	—
5	—	—	—	0.10	0.35	0.41	0.41	0.19	0.00	—	—	—
6	—	—	0.05	0.37	0.48	0.59	0.55	0.44	0.16	—	—	—
7	—	0.60	0.27	0.45	0.52	0.64	0.60	0.52	0.36	0.04	—	—
8	0.00	0.04	0.41	0.49	0.53	0.66	0.62	0.57	0.46	0.13	0.01	—
9	0.04	0.18	0.45	0.49	0.56	0.67	0.65	0.57	0.50	0.21	0.05	0.01
10	0.10	0.29	0.49	0.50	0.58	0.66	0.63	0.58	0.53	0.25	0.11	0.07
11	0.17	0.34	0.53	0.53	0.62	0.67	0.62	0.59	0.55	0.29	0.14	0.13
12	0.19	0.32	0.54	0.56	0.62	0.67	0.65	0.60	0.55	0.33	0.15	0.12
13	0.14	0.30	0.52	0.57	0.61	0.69	0.66	0.61	0.52	0.30	0.13	0.07
14	0.06	0.23	0.48	0.52	0.59	0.67	0.68	0.60	0.51	0.22	0.07	0.01
15	0.00	0.09	0.45	0.50	0.59	0.66	0.67	0.59	0.48	0.14	0.00	—
16	—	0.01	0.34	0.47	0.55	0.65	0.66	0.59	0.40	0.06	—	—
17	—	—	0.08	0.40	0.51	0.62	0.65	0.52	0.19	0.00	—	—
18	—	—	0.00	0.12	0.42	0.56	0.55	0.26	0.02	0.00	—	—
19	—	—	—	—	0.12	0.35	0.28	0.03	0.00	—	—	—
20	—	—	—	—	—	0.02	0.02	—	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kuu	0.70	1.80	4.61	6.07	7.73	9.22	8.95	7.27	5.23	1.97	0.66	0.41

Tabel n. r. 68. Keskmise päevane päikesepaiste kestus
tundides kellaaegade järgi Narva-Jõesuus 1926—35.

Tund	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
3	—	—	—	—	—	0.02	0.02	—	—	—	—	—
4	—	—	—	0.00	0.12	0.30	0.30	0.04	—	—	—	—
5	—	—	—	0.12	0.41	0.49	0.51	0.28	0.02	—	—	—
6	—	—	0.07	0.35	0.49	0.54	0.57	0.45	0.14	0.00	—	—
7	—	0.01	0.27	0.40	0.53	0.57	0.60	0.50	0.29	0.06	—	—
8	—	0.08	0.43	0.44	0.54	0.59	0.64	0.53	0.37	0.16	0.00	—
9	0.03	0.23	0.47	0.47	0.57	0.62	0.69	0.55	0.40	0.22	0.06	—
10	0.06	0.29	0.50	0.52	0.59	0.63	0.69	0.57	0.43	0.26	0.09	—
11	0.16	0.31	0.54	0.53	0.62	0.64	0.69	0.57	0.47	0.29	0.13	0.02
12	0.20	0.34	0.54	0.56	0.61	0.65	0.69	0.58	0.47	0.29	0.14	0.10
13	0.16	0.33	0.52	0.55	0.60	0.63	0.66	0.59	0.47	0.26	0.11	0.06
14	0.06	0.29	0.49	0.54	0.58	0.65	0.67	0.58	0.44	0.22	0.06	0.00
15	0.00	0.14	0.46	0.54	0.59	0.64	0.69	0.54	0.42	0.17	0.01	—
16	—	0.02	0.36	0.53	0.55	0.62	0.68	0.52	0.36	0.06	—	—
17	—	—	0.12	0.46	0.53	0.59	0.62	0.45	0.17	0.00	—	—
18	—	—	0.00	0.19	0.47	0.57	0.56	0.23	0.01	—	—	—
19	—	—	—	0.00	0.18	0.38	0.29	0.02	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	0.02	0.00	—	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kuu	0.67	2.04	4.77	6.20	7.98	9.15	9.57	7.00	4.46	1.99	0.60	0.18

Tabel n. r. 69. Keskmine päevane päikesepaiste kestus
tundides kellaaegade järgi Toomal 1926—35.

Tund	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
3	—	—	—	—	—	0.00	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	0.04	0.15	0.10	0.00	—	—	—	—
5	—	—	—	0.05	0.29	0.46	0.41	0.11	0.00	—	—	—
6	—	—	0.02	0.25	0.46	0.54	0.54	0.33	0.08	—	—	—
7	—	0.00	0.18	0.39	0.53	0.58	0.60	0.44	0.26	0.03	—	—
8	—	0.04	0.37	0.46	0.57	0.63	0.65	0.52	0.36	0.12	0.00	—
9	0.02	0.19	0.44	0.50	0.58	0.64	0.66	0.55	0.42	0.23	0.05	0.00
10	0.12	0.26	0.47	0.52	0.57	0.64	0.65	0.58	0.46	0.26	0.12	0.07
11	0.19	0.30	0.49	0.54	0.57	0.62	0.64	0.59	0.49	0.27	0.13	0.12
12	0.21	0.32	0.51	0.53	0.56	0.61	0.63	0.57	0.49	0.29	0.14	0.13
13	0.21	0.34	0.51	0.50	0.54	0.60	0.59	0.55	0.49	0.29	0.14	0.14
14	0.18	0.33	0.51	0.48	0.52	0.60	0.59	0.52	0.46	0.27	0.12	0.11
15	0.06	0.29	0.48	0.46	0.51	0.59	0.57	0.52	0.45	0.25	0.08	0.01
16	—	0.12	0.44	0.45	0.47	0.60	0.56	0.50	0.41	0.18	0.01	—
17	—	0.01	0.28	0.41	0.45	0.58	0.52	0.46	0.32	0.05	—	—
18	—	—	0.03	0.31	0.41	0.56	0.49	0.38	0.10	—	—	—
19	—	—	—	0.06	0.31	0.48	0.39	0.15	0.00	—	—	—
20	—	—	—	—	0.04	0.18	0.11	0.01	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	0.00	—	—	—	—	—	—
Kuu	0.99	2.20	4.73	5.91	7.42	9.06	8.70	6.78	4.79	2.24	0.79	0.58

Tabel n. r. 70. Keskmine päevane päikesepaiste kestus
tundides kellaaegade järgi Pakril 1926—35.

Tund	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
3	—	—	—	—	—	0.00	0.00	—	—	—	—	—
4	—	—	—	—	0.03	0.21	0.17	0.00	—	—	—	—
5	—	—	—	0.04	0.25	0.44	0.42	0.13	—	—	—	—
6	—	—	0.01	0.19	0.42	0.57	0.55	0.36	0.05	—	—	—
7	—	—	0.15	0.34	0.49	0.63	0.60	0.53	0.21	0.02	—	—
8	—	0.04	0.32	0.45	0.52	0.66	0.65	0.56	0.37	0.14	0.00	—
9	0.02	0.16	0.44	0.51	0.57	0.68	0.69	0.62	0.46	0.24	0.04	0.00
10	0.11	0.25	0.51	0.55	0.60	0.71	0.73	0.63	0.53	0.30	0.09	0.03
11	0.20	0.29	0.54	0.58	0.61	0.73	0.72	0.64	0.57	0.32	0.13	0.09
12	0.23	0.33	0.56	0.60	0.63	0.74	0.74	0.63	0.56	0.33	0.13	0.11
13	0.21	0.32	0.59	0.59	0.62	0.75	0.73	0.63	0.57	0.32	0.14	0.11
14	0.16	0.31	0.59	0.55	0.61	0.73	0.73	0.63	0.57	0.34	0.13	0.07
15	0.08	0.26	0.55	0.54	0.62	0.72	0.70	0.62	0.52	0.28	0.09	0.03
16	0.02	0.15	0.48	0.54	0.61	0.70	0.69	0.59	0.45	0.19	0.03	—
17	—	0.02	0.33	0.49	0.59	0.67	0.69	0.56	0.33	0.05	—	—
18	—	—	0.05	0.37	0.53	0.65	0.63	0.44	0.16	—	—	—
19	—	—	0.00	0.13	0.40	0.60	0.51	0.18	0.04	—	—	—
20	—	—	—	0.00	0.14	0.27	0.17	0.03	0.00	—	—	—
21	—	—	—	—	0.01	0.02	0.00	—	—	—	—	—
Kuu	1.03	2.13	5.12	6.47	8.25	10.48	10.12	7.78	5.39	2.53	0.78	0.44

Kooskõlas pilvituse rohkuse keskmistega langeb päikesepaiste maksimum juuni- ja juulikuule, miinimum aga novembri- ja detsembrikuule. Selgema ülevaate saamiseks päikesepaiste aastasest jaotusest üksikute maa-alade vahel Eestis on järgnevas tabelis näidatud protsentides, kui palju paistab päikest aasta vältel võimalikust päikesepaiste kestusest.

Tabel nr. 71.

Päikesepaiste keskmine aastase vältuse % võimalikust päikesepaiste aastasest kestusest 1926—35.

Vilsandi	37.0%	Tiirikoja	32.0%
Tartu	35.5%	Olustvere	33.1%
Tallinn	34.9%	Pakri	40.9%
Narva-Jõesuu	37.0%	Jõgeva	30.9%
Pärnu	37.8%	Jänedä	34.1%
Tooma	36.7%		

Tabelist näeme, et üldiselt on rannikujaamades märgata suuremat päikesepaiste kestust võrreldes sisemaajaamadega. Rikkamaks kohaks päikesepaiste suhtes on Pakri 40,9% võimalikust aastasest päikesepaiste kestusest, mis on põhjustatud arvatavasti Pakri suuremast kõrgusest, mille tõttu osa madalaid pilvi ja uduid ei ulatu päikest varjama.

Päikesepaiste kestuse jaotuse iseloomustamiseks kellaaegade järgi on üksikute jaamade kohta koostatud tabelid, milles on igale tunnile antud vastav päikesepaiste kestus sajandiktundides ja tabeli alumises reas keskmine päevane päikesepaiste kestus tundi-kuude järgi. Parima ülevaate saamiseks on eespool mainitud tabelite järgi koostatud joonised päikesepaiste isopleetidega. Joonistel väljendab rõhttelg kuusid, püsttelg aga aega kella järgi, kõverjooned aga päikesepaiste isopleete kümnendiktundides. Joonistel märgitud hall ala näitab vastavalt hommikust ja õhtust videvikku, must ala aga ööd.

VI. Päikesekiirituse vaatlused.

Alates 1931. aastast on Tartu Observatooriumis toimetatud Ångström'i pürheliomeetriga päikesekiirituse vaatlusi. Järgnevas tabelis nr. 72 on antud keskpäevale taandatud päikesekiirituse

kuu- ja aastakeskmised ülemises reas pinnaühikule risti päikese kiirtele, alumises reas aga paralleelselt maapinnaga.

Tabel nr. 72.

Keskmine päikesekiirituse intensiivsus $\text{kal/sm}^2 \text{ min}$
keskpäeval Tartus 1931—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Pind risti päikesekiirtele	0.92	1.13	1.26	1.32	1.30	1.31	1.27	1.27	1.26	1.21	1.02	0.85	1.18
Horisontaal- pind	0.17	0.36	0.62	0.87	1.00	1.07	1.02	0.91	0.72	0.48	0.23	0.12	0.63

Tabelist näeme, et kiirituse maksimum ristpinnal ei lange juunikuule, mil päikese kõrgus keskpäeval on suurim, vaid aprillikuule. See nähtus on seletatav sellega, et talvel ja kevadel puuduvad õhkkonnas intensiivsed püstvoolud, mille tõttu on õhk läbi paistvam kui suvel, mil püstvooludega alumised õhukihid varustuvad tolmuaga.

Päikesekiirituse intensiivsuse käik horisontaalsel pinnaühikul näitab tugevat aastast rütmi maksimumiga juunikuul, mil on keskpäeval suurim päikese kõrgus.

Järgnevas tabelis on antud kuu ja aasta keskmised õhkkonna läbilaske-koefitsiendid, mis näitavad, milline osa õhkkonna ülemisele piirile langevast päikesekiirituse energiast jõuaks maapinnale, kui päike asuks seniidis ja seega päikesekiirte teekonna pikkus õhkkonnas oleks lühim.

Tabel nr. 73.

Keskmised kuu ja aasta õhkkonna läbilaske-koefitsiendid Tartus 1931—35.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
0.86	0.83	0.81	0.78	0.74	0.75	0.73	0.74	0.78	0.82	0.86	0.98	0.80

Tabeli andmed näitavad, et suurim läbilaske-koefitsient langeb detsembrikuule, mil päikese kõrgus on vähim. Säärane suurima läbilaske-koefitsiendi kuulumine päikese madala kõrgusega

vaatlustele on kokkukõlas teiste observatooriumide vastavate andmetega, kus samuti suurimad läbilaske-koefitsiendid esinevad suhteliselt madalate päikese seisude korral.

VII. Õhuniiskus ja auramine.

Õhuniiskuse jaotuse tundmaõppimiseks on arvatud 13 aasta vaatlustest (1923—35) keskmised kuu ja aasta absoluutsed ja relatiivsed niiskused kolme tähtajalise vaatluse järgi: kell 7, 13 ja 21. Absoluutse niiskusena on märgitud elavhõbedasamba kõrgus millimeetrites, mille rõhk aluspinnale on võrdne õhusoleva veeauru rõhuga.

Tabel näitab absoluutse niiskuse aastases käigus suurt sarnasust õhutemperatuuri aastase käiguga maksimumiga suvekuudel ja miinimumiga talvekuudel. Edasi on märgata väikest erinevust sisemaa- ja rannikujaamade vahel: viimased omavad peaaegu kõigil kuudel pisut suuremat absoluutset niiskust võrreldes esimestega, mis on tingitud Läänemere lähedusest.

Tabel nr. 74.

Keskmine absoluutne niiskus mm-tes 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	3.0	2.6	3.2	4.6	7.2	8.5	11.2	10.8	8.5	6.2	4.6	3.4	6.2
Tallinn . . .	3.2	3.0	3.3	4.5	7.0	8.7	11.7	11.2	8.6	6.4	4.9	3.6	6.3
Vilsandi . . .	3.8	3.4	3.7	5.0	7.1	8.9	12.0	11.7	9.3	7.0	5.6	4.3	6.8
N.-Jõesuu . .	3.1	2.5	3.1	4.6	7.2	9.4	12.5	11.6	8.8	6.4	4.7	3.4	6.4
Pärnu	3.2	3.0	3.4	4.9	7.6	9.1	12.2	11.6	9.0	6.7	5.0	3.6	6.6
Tooma	3.0	2.6	3.1	4.5	7.1	8.6	11.3	10.7	8.3	6.1	4.7	3.4	6.1
Olustvere . .	3.0	2.7	3.3	4.7	7.5	9.1	11.9	11.2	8.6	6.2	4.9	3.4	6.4
Jäneda . . .	3.1	2.7	3.2	4.5	6.8	8.2	11.3	10.9	8.4	6.3	4.7	3.5	6.1
Võru	3.0	2.8	3.5	4.9	7.5	9.5	11.9	11.3	8.7	6.4	4.4	3.0	6.4
Tiirikoja . .	2.9	2.7	3.2	4.9	7.1	9.3	12.3	11.9	8.7	6.4	4.7	3.4	6.5
Jõgeva . . .	2.9	2.5	3.2	4.7	7.4	9.0	11.9	11.2	8.3	6.4	4.6	3.3	6.3
Kuusiku . . .	3.2	2.8	3.3	4.9	7.8	9.5	12.5	11.7	8.8	6.8	4.9	3.8	6.7
Pakri	3.3	3.0	3.5	4.6	6.8	9.0	12.2	11.7	9.1	6.7	5.1	3.9	6.6

Järgmine tabel sisaldab relatiivse niiskuse kuu- ja aasta-keskmisi samade jaamade kohta.

Ka relatiivse niiskuse suhtes tuleb esile aastane rütm maksimumiga talvel ja miinimumiga suvel. Ülevaate saamiseks niiskuse ööpäevasest jaotusest on lisaks eelmistele tabelitele antud kuu ja aasta keskmised kolme tähtajalise vaatluse kohta: kell 7, 13 ja 21.

Tabel nr. 75.

Keskmine relatiivse niiskuse % 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu . . .	88	86	82	76	71	70	73	81	84	87	90	90	82
Tallinn . . .	88	87	84	83	79	76	78	84	85	87	90	90	84
Vilsandi . . .	88	86	84	85	84	84	84	85	83	84	87	87	85
N.-Jõesuu . . .	89	87	83	81	78	78	79	83	85	87	90	89	84
Pärnu . . .	89	88	86	82	77	74	78	84	85	86	88	91	84
Tooma . . .	89	87	84	79	74	73	76	83	85	89	91	92	84
Olustvere . . .	90	90	85	81	76	76	79	85	87	90	91	92	85
Jäneda . . .	89	88	85	81	73	72	76	84	86	90	92	92	84
Võru . . .	90	89	86	79	75	74	78	83	85	89	92	92	84
Tiirikoja . . .	90	88	85	83	79	75	78	83	86	89	91	91	85
Jõgeva . . .	89	85	83	80	76	75	80	84	86	89	91	90	84
Kuusiku . . .	91	89	86	83	80	78	81	87	89	93	94	94	87
Pakri . . .	89	87	85	85	84	83	85	86	86	86	91	90	86

Tabel nr. 76.

Keskmine absoluutne niiskus mm-tes kell 7 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu . . .	2.9	2.5	3.0	4.5	7.1	8.6	11.4	10.8	8.2	6.1	4.5	3.3	6.1
Tallinn . . .	3.2	2.7	3.1	4.4	6.9	8.7	11.8	11.1	8.4	6.3	4.8	3.6	6.2
Vilsandi . . .	3.8	3.4	3.6	4.9	7.0	8.8	12.0	11.7	9.3	7.0	5.8	4.3	6.8
N.-Jõesuu . . .	3.0	2.4	2.8	4.3	6.9	9.0	11.9	11.2	8.4	6.2	4.7	3.4	6.2
Pärnu . . .	3.2	2.9	3.2	4.7	7.3	9.0	12.0	11.3	8.8	6.6	5.0	3.6	6.5
Tooma . . .	2.9	2.5	2.9	4.3	7.0	8.6	11.4	10.6	8.0	5.9	4.6	3.4	6.0
Olustvere . . .	3.0	2.6	3.1	4.5	7.2	9.0	11.8	10.9	8.2	6.0	4.8	3.4	6.2
Jäneda . . .	3.0	2.6	3.0	4.4	6.7	8.3	11.4	10.9	8.2	6.1	4.6	3.5	6.1
Võru . . .	2.9	2.7	3.3	4.7	7.6	9.3	11.8	11.5	8.4	6.3	4.4	3.0	6.3
Tiirikoja . . .	2.9	2.6	2.9	4.6	6.7	9.1	11.9	11.4	8.2	6.2	4.6	3.4	6.2
Jõgeva . . .	2.9	2.4	3.0	4.4	7.0	8.8	11.7	11.0	8.0	6.2	4.5	3.3	6.1
Kuusiku . . .	3.0	2.6	3.1	4.7	7.5	9.3	12.4	11.5	8.5	6.5	4.8	3.7	6.5
Pakri . . .	3.3	2.9	3.3	4.5	6.7	8.9	12.0	11.6	8.8	6.6	5.1	3.9	6.4

Tabel nr. 77.

Keskmine absoluutne niiskus mm-tes kell 13 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu . . .	3.0	2.8	3.4	4.7	7.2	8.3	11.0	10.7	8.7	6.4	4.7	3.4	6.2
Tallinn . . .	3.2	3.6	3.4	4.7	7.3	8.8	11.7	11.4	9.0	6.6	4.9	3.7	6.5
Vilsandi . . .	3.8	3.4	3.8	5.1	7.3	9.0	12.1	11.9	9.4	7.1	5.5	4.3	6.9
N.-Jõesuu . . .	3.1	2.7	3.4	4.8	7.5	9.7	12.9	12.0	9.3	6.6	4.8	3.5	6.7
Pärnu . . .	3.3	3.1	3.6	5.1	7.8	9.1	12.4	11.9	9.3	6.9	5.1	3.7	6.8
Tooma . . .	3.0	2.7	3.3	4.7	7.3	8.6	11.2	10.8	8.6	6.4	4.8	3.5	6.2
Olustvere . . .	3.1	2.9	3.5	5.0	7.8	9.3	12.2	11.6	9.1	6.5	5.0	3.5	6.6
Jäneda . . .	3.2	2.8	3.4	4.6	6.8	8.1	11.2	11.1	8.6	6.6	4.8	3.6	6.2
Võru . . .	3.1	3.0	3.7	5.1	7.1	9.5	11.9	11.5	9.0	6.3	4.5	3.1	6.5
Tiirikoja . . .	3.0	2.9	3.5	5.2	7.4	9.6	12.8	12.8	9.3	6.7	4.8	3.5	6.8
Jõgeva . . .	3.0	2.6	3.4	4.9	7.7	9.2	11.9	11.4	8.7	6.6	4.7	3.4	6.5
Kuusiku . . .	3.2	3.0	3.6	5.2	8.3	9.9	13.0	12.3	9.5	7.1	5.1	3.8	7.0
Pakri . . .	3.3	3.0	3.6	4.8	7.0	9.2	12.6	12.0	9.4	6.8	5.2	3.8	6.7

Tabel nr. 78.

Keskmine absoluutne niiskus mm-tes kell 21 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu . . .	3.0	2.6	3.3	4.6	7.2	8.6	11.3	10.9	8.5	6.2	4.6	3.4	6.2
Tallinn . .	3.2	2.7	3.3	4.5	6.8	8.6	11.5	11.0	8.5	6.3	4.9	3.6	6.2
Vilsandi . .	3.8	3.4	3.6	5.0	6.9	8.8	11.8	11.6	9.3	7.0	5.4	4.2	6.7
N.-Jõesuu .	3.1	2.5	3.1	4.6	7.3	9.4	12.6	11.6	8.8	6.2	4.7	3.4	6.5
Pärnu . . .	3.2	3.0	3.4	4.9	7.6	9.2	12.3	11.7	8.9	6.7	5.0	3.6	6.6
Tooma . . .	3.0	2.6	3.2	4.5	7.1	8.7	11.4	10.7	8.3	6.1	4.6	3.3	6.1
Olustvere .	3.0	2.7	3.3	4.7	7.4	9.0	11.8	11.1	8.6	6.2	4.9	3.4	6.3
Jäneda . .	3.1	2.6	3.2	4.5	6.8	8.3	11.3	10.8	8.4	6.3	4.7	3.5	6.1
Võru . . .	3.0	2.8	3.5	5.0	7.9	9.6	12.0	11.0	8.7	6.5	4.4	3.0	6.4
Tiirikoja .	2.9	2.7	3.2	4.9	7.1	9.3	12.2	11.5	8.5	6.3	4.7	3.3	6.4
Jõgeva . .	2.9	2.5	3.2	4.7	7.4	9.1	12.0	11.1	8.2	6.3	4.5	3.3	6.3
Kuusiku . .	3.1	2.7	3.3	4.8	7.5	9.2	12.1	11.4	8.5	6.8	4.9	3.8	6.5
Pakri . . .	3.3	3.0	3.5	4.6	6.7	8.8	12.0	11.6	9.0	6.6	5.1	3.9	6.5

Tabel nr. 79.

Keskmine relatiivse niiskuse % kell 7 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu . . .	89	88	89	86	81	79	83	91	93	93	91	91	88
Tallinn . .	89	89	90	89	84	81	84	91	91	91	91	90	88
Vilsandi . .	89	87	87	88	85	85	86	87	86	86	87	87	87
Pärnu . . .	90	90	91	90	83	82	86	91	92	84	85	91	88
N.-Jõesuu .	90	89	88	87	81	82	83	88	91	91	91	90	88
Tooma . . .	90	90	91	87	82	80	84	92	94	94	93	93	89
Olustvere .	90	92	91	89	84	83	86	93	94	94	93	93	90
Jäneda . .	90	91	91	88	81	78	83	92	94	94	94	92	89
Võru . . .	91	92	92	88	83	82	86	91	93	94	94	93	90
Tiirikoja .	91	89	89	88	83	80	82	89	91	92	92	92	88
Jõgeva . .	90	88	89	87	82	80	86	92	94	94	93	90	89
Kuusiku . .	92	92	92	90	85	82	87	94	96	97	95	94	91
Pakri . . .	90	89	89	87	85	84	86	89	89	89	92	90	88

Tabel nr. 80.

Keskmine relatiivse niiskuse % kell 13 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu . . .	87	83	74	64	58	57	59	66	71	79	88	89	73
Tallinn . .	87	84	78	74	72	69	69	75	76	82	88	89	79
Vilsandi . .	87	84	81	80	80	79	79	81	79	82	86	87	82
Pärnu . . .	88	86	80	74	69	66	69	76	76	84	89	90	79
N.-Jõesuu .	88	85	78	74	71	71	72	74	78	83	88	88	79
Tooma . . .	88	84	75	68	62	62	63	69	73	82	89	91	75
Olustvere .	89	87	79	71	65	66	67	74	76	84	89	91	78
Jäneda . .	88	85	77	70	61	61	63	72	75	83	90	91	76
Võru . . .	88	86	78	69	63	63	65	72	74	82	90	90	77
Tiirikoja .	89	86	81	77	73	67	70	75	78	84	90	90	80
Jõgeva . .	88	82	75	69	65	64	66	71	74	82	89	89	76
Kuusiku . .	90	86	77	72	69	68	70	76	79	87	92	94	80
Pakri . . .	88	86	81	81	81	81	82	81	81	90	89	89	84

Tabel nr. 81.

Keskmine relatiivse niiskuse % kell 21 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	88	86	82	78	74	73	77	85	87	89	91	91	83
Tallinn . . .	88	87	85	85	82	79	82	87	87	88	91	90	86
Vilsandi . . .	88	86	84	87	87	87	88	87	85	85	87	87	86
Pärnu	90	88	87	83	78	75	78	85	87	90	91	91	85
N.-Jõesuu . .	89	87	84	83	81	81	83	86	87	88	90	90	86
Tooma	90	88	85	82	77	76	81	87	89	91	92	92	86
Olustvere . .	91	90	86	83	79	78	83	89	90	92	92	92	87
Jäeneda . . .	90	89	87	84	78	76	82	89	90	92	93	92	87
Võru	90	89	87	81	79	77	82	85	88	90	93	92	86
Tiirikoja . .	90	88	86	85	82	78	81	86	89	91	92	91	87
Jõgeva . . .	89	86	85	85	81	80	87	90	91	92	92	90	87
Kuusiku . . .	91	90	88	87	85	83	87	92	93	95	94	94	90
Pakri	89	87	85	86	86	85	87	88	87	87	91	90	87

Järgnevas tabelis on antud Tartu kohta keskmine täisniiskuse vajak (vahe õhku küllastava ja tegelikult esineva absoluutse niiskuse vahel), väljendatud millimeetrites kolme tähtajalise vaatluse kohta: kell 7, 13 ja 21.

Tabel nr. 82.

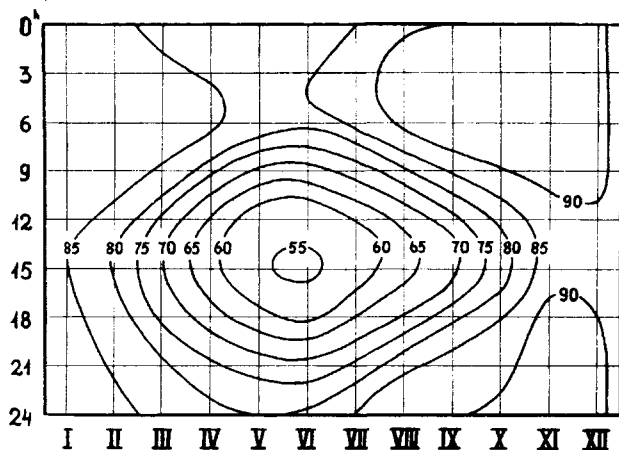
Keskmine täisniiskuse vajak Tartus mm-tes 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
7 ^h	0.25	0.20	0.31	0.78	1.77	2.39	2.36	1.23	0.68	0.49	0.35	0.26
13 ^h	0.35	0.46	1.11	2.93	5.77	6.98	8.26	6.11	3.68	1.74	0.65	0.34
21 ^h	0.29	0.29	0.60	1.35	2.65	3.34	3.48	1.98	1.25	0.77	0.42	0.26

Kooskõlas õhutemperatuuri ja absoluutse niiskuse jaotusega esineb suurim täisniiskuse vajak suvekuudel keskpäeva ajal, kuna miinimum langeb talvekuudele.

Relatiivse niiskuse ööpäevast käiku esitab tabel nr. 83, milles on protsentides antud igatunnilised keskmised relatiivse niiskuse väärtused Tartu Observatooriumi igatunnilistest vaatlustest ajavahemikus 1926—35.

Tabeli andmete järgi on koostatud relatiivse niiskuse isopleedid (joonis nr. 84), mis võimaldab ülevaate relatiivse niiskuse ööpäevase rütmi muutusest ühest kuust teise.



Joonis n. r. 84. Relatiivse niiskuse isopleedid Tartus 1926—35.

Jooniselt näeme, et relatiivse niiskuse vähimad väärtused esinevad suvekuudel pärast keskpäeva, kuna suurimad väärtused langevad sügiskuuude hommikutundidele.

Tabel n. r. 83. Relatiivse niiskuse igatunnilised keskmised Tartu Observatooriumi vaatluste järgi 1926—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
1 ^h	87	86	84	83	81	82	86	91	91	90	91	90	86.9
2 ^h	87	86	85	84	82	83	87	91	92	90	92	90	87.4
3 ^h	87	86	85	84	83	84	88	92	92	91	92	90	87.8
4 ^h	87	86	86	85	84	85	88	92	92	91	92	90	88.2
5 ^h	87	86	86	85	84	85	88	92	92	92	92	90	88.3
6 ^h	87	87	86	86	83	83	87	92	92	92	92	90	88.0
7 ^h	88	87	87	84	80	78	83	90	92	92	92	90	86.9
8 ^h	88	87	86	81	75	73	79	87	90	91	92	90	84.9
9 ^h	88	87	84	77	69	68	73	81	87	90	92	90	82.1
10 ^h	88	86	82	72	64	64	68	76	82	87	91	90	79.0
11 ^h	87	85	79	68	61	60	64	71	77	84	90	90	76.0
12 ^h	86	83	75	65	59	57	61	67	72	81	89	89	73.6
13 ^h	86	81	72	63	56	56	59	65	70	79	88	88	71.9
14 ^h	85	80	70	62	56	55	58	64	69	78	87	88	71.0
15 ^h	85	80	70	61	56	54	59	64	69	78	88	88	71.1
16 ^h	86	80	71	61	58	55	60	65	70	79	89	89	71.9
17 ^h	86	81	72	63	59	56	62	67	73	82	90	89	73.2
18 ^h	86	82	74	65	61	58	64	70	77	84	90	89	75.1
19 ^h	86	83	76	69	64	61	68	75	81	86	90	90	77.4
20 ^h	87	84	78	73	69	66	72	80	84	87	91	90	80.0
21 ^h	87	85	81	77	73	71	77	85	87	88	91	90	82.6
22 ^h	87	85	82	79	76	75	80	87	88	88	91	90	84.0
23 ^h	87	85	83	80	78	78	83	88	89	89	91	90	85.1
24 ^h	87	86	83	82	80	80	85	90	90	90	91	90	86.1

Auramise andmetena on esitatud Tartu Meteoroloogia Observatooriumi vaatluste järgi arvutatud kuu ja aasta keskmised. Tartus on toimetatud auramise vaatlusi alates 1866. aastast Wild'i auramismõõtjaga, mis on asetatud inglise onni.

Järgnevas tabelis on antud kuu ja aasta äraauranud veekihi 70 a. keskmised (1866—1935).

Tabel nr. 84.

70 aasta kuu- ja aastakeskmised äraauranud veekihi kõrgused
Tartus mm-tes 1866—1935.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
4.9	5.0	13.9	30.0	55.0	55.2	53.7	39.5	27.5	17.1	9.0	5.2	316.1

Siinjuures olgu alla kriipsutatud, et inglise onnis mõõdetud auramismäärtused kaugeltki ei küüni tegelikult vabas looduses vete ja taimkatte pindalalt äraauranud veehulkadeni.

Tabelist näeme, et inglise onnis toimetatud vaatluste järgi keskmiselt aurab aastas ära ligi 32 sm kõrgune veekiht, kusjuures suurimad kuu hulgad langevad maile, juunile ja juulile, mil ära aurab üle poole kogu aastasest summast.

VIII. T u u l.

Tuule vaatluste läbitöötamisel on aluseks võetud andmed üheksast meteoroloogiajaamast, mis pidevalt on töötanud 1923—35. Peale Tartu on kõigis jaamades toimetatud vaatlusi Wild'i tuulelipuga, mille järgi on kolm korda päevas, kell 7, 13 ja 21 kohaliku aja järgi, märgitud nii tuule kiirust kui ka suunda. Tartu vaatlustena on kasutatud igatunniseid anemograafi andmeid, mis sisaldavad igale tunnile vastavat keskmist tuule kiirust ja suunda.

Järgnevas tabelis on antud vaatlusjaamade kõrgus merepinnalt ühes tuulelipu kõrgusega maapinnalt meetrites.

Tabel nr. 85.

Vaatusjaamade kõrgus merepinnalt; tuulelipu kõrgus maapinnalt.

	Jaama kõrgus merepinnalt m	Tuulelipu kõrgus maapinnalt m
Tartu	65	29
Tallinn . . .	45	19
Vilsandi . .	7	14
Pärnu	10	13
Narva-Jõesuu	4	29
Tooma	83	11
Olustvere . .	76	13
Võru	87	13
Tiirikoja . .	32	9

Järgnevad tabelid (nr. 86, 87, 88) sisaldavad andmeid aasta ja üksikkuude keskmiste tuule kiiruste kohta m/sek. kell 7, 13 ja 21.

Tuule kiiruste kuu ja aasta keskmised kujutavad endast aritmeetilisi keskmisi eespool-nimetatud ajavahemiku üksikkuude keskmistest.

Tabel nr. 86.

Keskmne kuu ja aasta tuule kiirus m/sek. kell 7 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	4.1	3.7	3.7	3.2	3.1	3.1	2.7	2.7	3.2	3.8	3.6	3.9	3.4
Tallinn . . .	7.2	6.2	5.6	5.1	5.0	4.9	4.2	4.6	5.5	6.4	6.4	6.6	5.7
Vilsandi . . .	6.0	5.2	4.6	4.6	4.7	5.3	4.3	5.5	6.1	7.0	6.4	6.0	5.5
Pärnu	4.8	3.9	3.8	3.4	3.5	4.4	3.1	3.6	4.1	4.7	4.1	4.6	4.0
Narva-Jõesuu	5.5	4.3	4.4	3.4	3.9	4.2	3.4	3.7	5.4	5.8	5.3	5.1	4.8
Olustvere . .	3.3	3.1	3.1	2.9	2.8	3.0	2.2	2.3	2.7	2.8	2.9	3.5	2.9
Tiirikoja . .	3.7	3.5	3.2	2.7	3.1	3.3	2.9	3.1	3.2	3.7	3.6	3.7	3.3
Tooma	4.0	3.6	3.2	3.2	3.4	3.5	2.8	2.7	3.0	3.3	3.3	3.7	3.3
Võru	3.0	2.8	2.9	2.6	2.3	2.6	1.8	1.8	2.3	2.8	2.7	2.7	2.5

Tabel nr. 87.

Keskmne kuu ja aasta tuule kiirus m/sek. kell 13 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aast
Tartu	4.3	3.9	4.1	4.1	4.0	4.1	3.6	3.7	4.0	4.4	3.9	3.9	4.0
Tallinn . . .	7.2	6.3	6.3	6.5	6.2	6.4	5.9	6.0	6.6	6.6	6.4	6.6	6.4
Vilsandi . . .	6.0	5.4	4.9	5.3	5.3	5.9	5.2	6.4	6.7	7.6	6.9	6.2	6.0
Pärnu	5.0	4.5	4.5	4.7	5.0	5.9	5.0	5.2	5.7	6.1	4.6	4.6	5.1
Narva-Jõesuu	5.9	4.8	4.7	4.5	5.0	5.7	4.8	4.9	6.2	6.7	5.8	5.5	5.4
Olustvere . .	3.6	3.5	4.0	3.9	3.8	4.0	3.1	3.3	3.6	3.7	3.4	3.6	3.6
Tiirikoja . .	3.8	3.7	3.9	3.5	3.8	4.1	3.7	3.8	4.1	4.4	3.5	3.7	3.8
Tooma	4.4	4.3	4.6	4.5	4.7	4.7	4.1	4.0	4.5	4.6	3.9	4.0	4.4
Võru	3.4	3.4	3.7	4.0	3.9	4.0	3.3	3.2	3.5	3.8	3.2	3.1	3.5

Tabel nr. 88.

Keskmine kuu ja aasta tuule kiirus m/sek. kell 21 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	4.2	3.9	3.8	3.2	3.0	2.8	2.5	2.6	3.1	3.9	3.8	3.9	3.4
Tallinn	7.3	6.3	5.6	4.5	4.3	4.0	3.7	4.4	5.4	6.8	6.4	6.9	5.5
Vilsandi	6.0	5.3	4.7	4.0	3.9	4.7	4.1	5.1	6.1	7.3	6.4	6.1	5.3
Pärnu	4.9	4.3	3.5	3.1	3.3	3.8	3.2	3.3	3.7	5.0	4.3	4.4	3.9
Narva-Jõesuu	5.8	4.6	4.2	3.3	3.4	4.2	3.1	3.4	5.3	6.1	5.4	5.4	4.5
Olustvere	3.5	3.4	3.2	2.4	2.3	2.0	1.6	1.9	2.3	3.0	2.9	3.3	2.6
Tiirikoja	4.2	3.7	3.4	2.5	2.6	2.6	2.3	2.6	3.2	4.2	3.9	3.9	3.3
Tooma	4.0	3.7	3.3	2.7	2.7	2.5	2.1	2.2	2.5	3.6	3.6	3.7	3.1
Võru	3.2	3.2	2.9	2.3	1.8	1.7	1.2	1.2	1.9	3.1	2.6	2.8	2.3

Arvestades esinevaid kohalikke iseärasusi vaatlusjaamade kõrguse, asukoha (kaugus rannikujoonest jne.) suhtes, on seletatavad lahkuminekid üksikute jaamade keskmiste tuule kiiruste vahel.

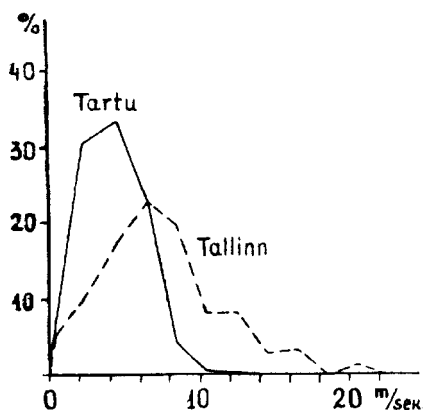
Tabel nr. 89.

Keskmine kuu ja aasta tuule kiirus m/sek. kolmest vaatlusest (7^h, 13^h, 21^h) 1923—35.

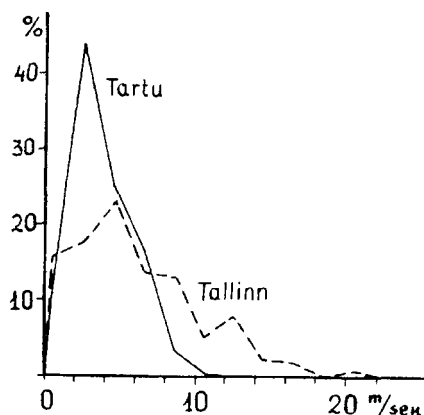
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	4.2	3.8	3.9	3.5	3.4	3.3	2.9	3.0	3.4	4.0	3.8	3.9	3.6
Tallinn	7.2	6.3	5.8	5.4	5.2	5.1	4.6	5.0	5.8	6.6	6.4	6.7	5.8
Vilsandi	6.0	5.3	4.7	4.6	4.6	5.3	4.5	5.7	6.3	7.3	6.6	6.1	5.6
Pärnu	4.9	4.2	3.9	3.7	3.9	4.7	3.8	4.0	4.5	5.3	4.3	4.5	4.3
Narva-Jõesuu	5.7	4.6	4.4	3.7	4.1	4.7	3.8	4.0	5.6	6.2	5.5	5.3	4.8
Olustvere	3.5	3.3	3.4	3.1	3.0	3.0	2.9	2.5	2.9	3.2	3.1	3.5	3.1
Tiirikoja	3.9	3.6	3.5	2.9	3.2	3.3	3.0	3.2	3.5	4.1	3.7	3.8	3.5
Tooma	4.1	3.9	3.7	3.5	3.6	3.6	3.0	3.0	3.3	3.8	3.6	3.8	3.6
Võru	3.2	3.1	3.2	3.0	2.7	2.8	2.1	2.1	2.6	3.2	2.8	2.9	2.8

Kõigis jaamades langeb tuule kiiruse maksimum jaanuari- ja oktoobrikuule, kus keskmine tuule kiirus 1—2 meetri ümber ületab vaiksema kuu, s. o. maikuu tuule kiiruse. Selgema ülevaate saamiseks tuule kiiruste jaotusest on järgnevatel joonistel antud tuule kiiruste sageduskõverad iga kuu kohta Tartust ja Tallinnast. Kõverate koostamiseks on kasutatud 5 aasta vaatlusi (1929—33), kusjuures klassi laiuseks on võetud 2 m/sek. Sagedused on avaldatud protsentides vaatluste üldarvust. Tartu jaoks on tuule kiiruste sagedusjaotused moodustatud igatunniliste keskmiste tuule kiiruste järgi, millised andmed on võetud anemograafilt; Tallinna jaoks aga on selleks kasutatud kolm korda päevas teh-

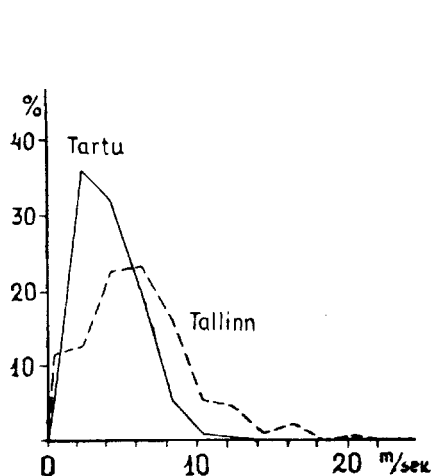
tavaid vaatlusi (kell 7, 13 ja 21) Wild'i tuulelipult. Vastavalt erinevatele vaatlus-asukohtadele ja vaatlushulkadele esinevad tuule kiiruste sagedusjaotustes kõigil kuudel Tallinna ja Tartu vahel suured lahkuminekid, mis seisavad peamiselt selles, et Tartus kui sisemaajaamas on suhteliselt ülekaalus vähema kiirusega tuuled võrreldes Tallinnaga.



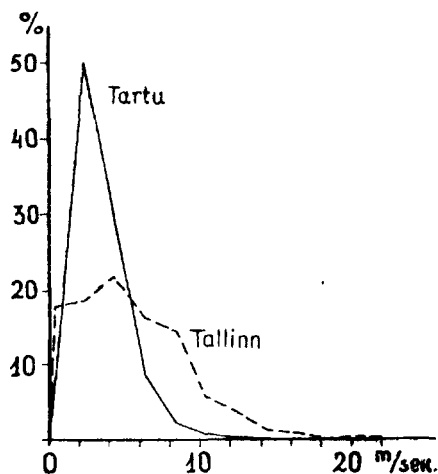
Joonis nr. 85. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas jaanuaris 1929—33.



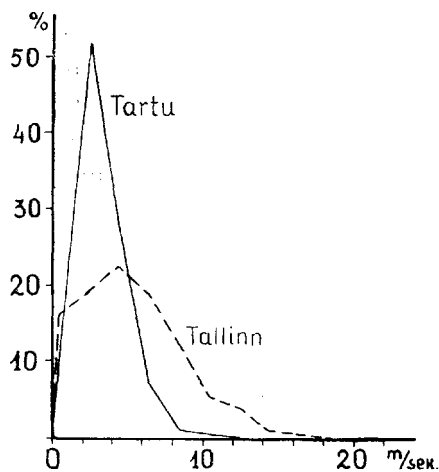
Joonis nr. 86. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas veebruaris 1929—33.



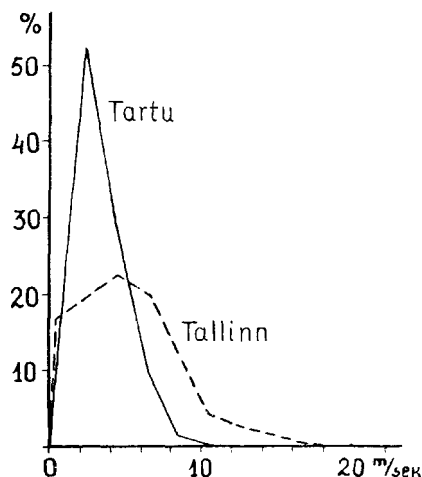
Joonis nr. 87. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas märtsis 1929—33.



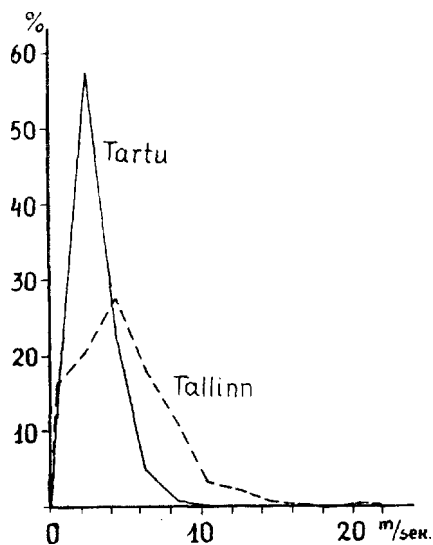
Joonis nr. 88. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas aprillis 1929—33.



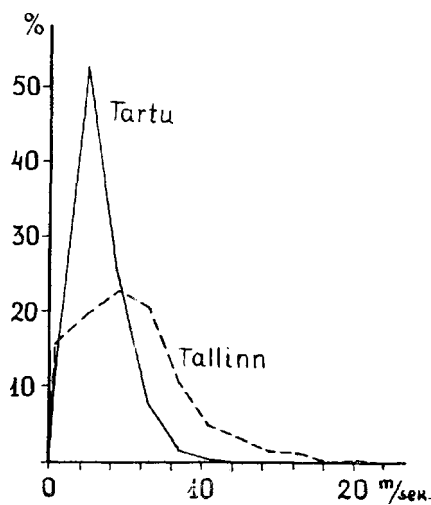
Joonis nr. 89. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas mais 1929—33.



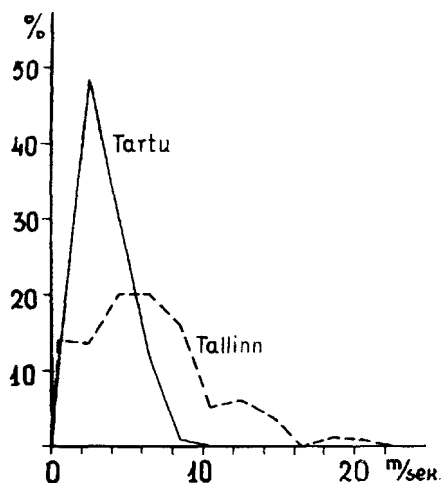
Joonis nr. 90. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas juunis 1929—33.



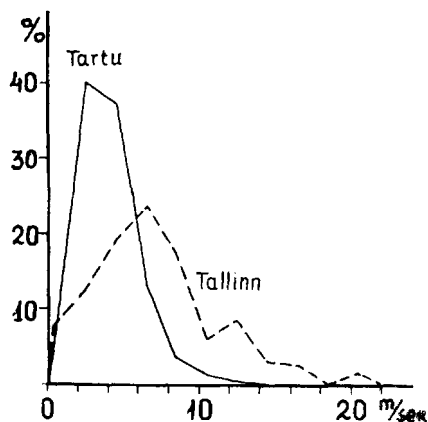
Joonis nr. 91. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas juulis 1929—33.



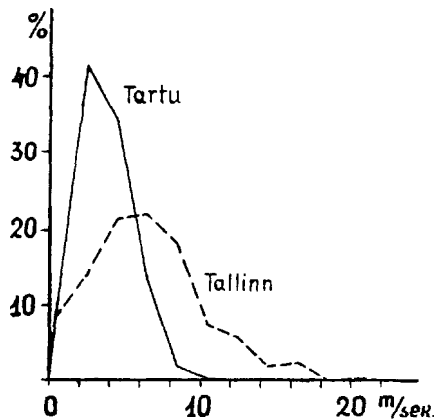
Joonis nr. 92. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas augustis 1929—33.



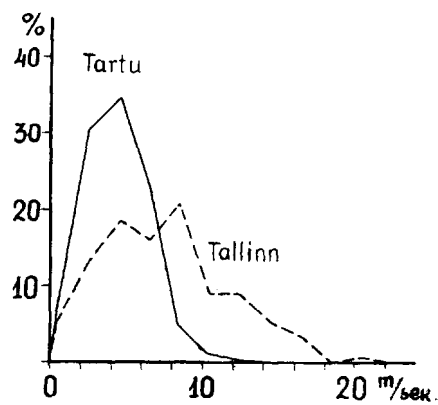
Joonis nr. 93. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas septembris 1929—33.



Joonis nr. 94. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas oktoobris 1929—33.



Joonis nr. 95. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas novembris 1929—33.



Joonis nr. 96. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas detsembris 1929—33.

Tuule kiiruste esinemise sagedust Tallinna ja Tartu kohta selgitavad tabelid nr. 90 ja 91, kus on antud suunale vaatamata erinevate kiirustega tuulte keskmised kestused tundides päeva kohta üksikkuudel.

Tabelitest näeme, et Tartus valitsevatest tuultest on enamus tuuled kiirusega 1.6—5.5, Tallinnas aga vastavalt tuuled 3.6—7.5 m/sek.

Vilsandi, Pärnu ja Narva-Jõesuu kohta on vastavad tabelid koostatud ainult jaanuari, aprilli, juuli ja oktoobri kohta.

Tabel n. r. 90.

Tuule kiiruste ööpäevane keskmine kestus tundides Tartus
1929—33.

m/sek Kuu	0—1.5	1.6—3.5	3.6—5.5	5.6—7.5	7.6—9.5	9.6—11.5	11.6—13.5
I	1.7	7.4	8.1	5.4	1.1	0.2	0.1
II	2.6	10.5	6.0	3.9	0.8	0.1	0.1
III	1.4	8.7	7.6	4.8	1.3	0.2	0.0
IV	2.0	12.0	7.2	2.1	0.5	0.2	0.0
V	2.7	12.4	6.7	1.8	0.3	0.1	0.0
VI	2.5	12.1	6.8	2.3	0.3	0.0	0.0
VII	3.3	13.8	5.4	1.2	0.3	0.0	0.0
VIII	3.1	12.6	6.0	1.8	0.4	0.1	0.0
IX	2.4	11.6	7.1	2.7	0.2	0.0	0.0
X	1.1	9.7	8.9	3.2	0.8	0.3	0.0
XI	2.2	9.9	8.1	3.2	0.5	0.1	0.0
XII	1.7	7.2	8.3	5.3	1.2	0.3	0.0
Aasta	2.2	10.7	7.2	3.2	0.6	0.1	0.0

Tabel n. r. 91.

Tuule kiiruste ööpäevane keskmine kestus tundides Tallinnas
1929—33.

m/sek Kuu	0—1.5	1.6—3.5	3.6—5.5	5.6—7.5	7.6—9.5	9.6—11.5	11.6—13.5	13.6—15.5	15.6—17.5	17.6—19.5	19.6—21.5
I	1.3	2.4	4.2	5.4	4.7	2.1	2.0	0.7	0.8	0.0	0.4
II	3.7	4.2	5.5	3.3	3.1	1.2	1.9	0.5	0.4	0.0	0.2
III	2.7	3.0	5.5	5.6	3.9	1.3	1.1	0.3	0.5	0.0	0.1
IV	4.2	4.4	5.2	3.9	3.5	1.4	0.9	0.3	0.2	0.0	0.0
V	3.9	4.6	5.4	4.6	2.9	1.3	0.9	0.3	0.1	0.0	0.0
VI	3.9	4.6	5.4	4.8	3.1	1.1	0.6	0.4	0.1	0.0	0.0
VII	3.8	4.9	6.7	4.3	2.7	0.8	0.5	0.1	0.1	0.0	0.1
VIII	3.8	4.8	5.4	4.9	2.5	1.1	0.8	0.4	0.3	0.0	0.0
IX	3.4	3.3	4.8	4.8	3.8	1.2	1.4	0.9	0.0	0.2	0.2
X	1.8	2.9	4.5	5.6	4.2	1.4	2.0	0.7	0.6	0.0	0.3
XI	2.0	3.3	5.0	5.2	4.3	1.8	1.4	0.4	0.5	0.0	0.1
XII	1.3	3.1	4.5	3.8	4.9	2.1	2.1	1.3	0.8	0.0	0.1
Aasta	3.0	3.8	5.2	4.7	3.6	1.4	1.3	0.5	0.4	0.0	0.1

Kõvade tuulte jaotuse iseloomustamiseks on tabelis nr. 95 antud keskmised tormipäevade arvud, kusjuures tormipäevadeks on loetud need, mil tuule kiirus on olnud 8 palli või enam. Arvestades erinevaid vaatluste andmeid, puuduvad Tartus tormipäevad täiesti, sest et keskmised tunnilised tuule kiirused pole nimetatud ajavahemikus ületanud eespoolmainitud normi.

Tabel nr. 92.

Tuule kiiruste ööpäevane keskmine kestus tundides Vilsandis
1929—33.

m/sek	0—1	2—3	4—5	6—7	8—9	10—11	12—13	14—15	16—17	18—19	20—21	22—23
Kuu												
I	1.0	4.4	5.3	4.4	2.9	2.7	1.1	1.3	0.6	0.1	0.2	0.0
IV	3.2	5.7	5.7	3.9	2.3	1.6	0.4	0.9	0.2	0.0	0.1	0.0
VII	3.2	5.8	4.8	4.7	2.8	1.0	0.5	0.8	0.3	0.1	0.0	0.0
X	2.1	3.2	4.6	3.4	3.7	3.7	0.9	1.4	0.5	0.2	0.2	0.1

Tabel nr. 93.

Tuule kiiruste ööpäevane keskmine kestus tundides Pärnus
1929—33.

m/sek	0—1	2—3	4—5	6—7	8—9	10—11	12—13	14—15	16—17	18—19	20—21	22—23
Kuu												
I	6.6	5.3	4.8	3.8	2.5	0.2	0.6	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
IV	8.3	6.4	4.2	2.5	1.4	0.4	0.7	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
VII	7.5	6.5	5.2	2.5	1.3	0.0	0.4	0.1	0.4	0.0	0.1	0.0
X	6.0	5.2	5.2	2.7	2.3	0.4	1.3	0.2	0.5	0.0	0.1	0.1

Tabel nr. 94.

Tuule kiiruste ööpäevane keskmine kestus tundides Narva-Jõesuus
1929—33.

m/sek	0—1	2—3	4—5	6—7	8—9	10—11	12—13	14—15	16—17	18—19	20—21
Kuu											
I	2.6	6.8	4.5	3.1	2.2	2.0	1.2	0.4	1.1	0.0	0.1
IV	7.6	8.6	3.3	2.0	0.7	0.9	0.1	0.6	0.0	0.0	0.2
VII	7.9	7.0	4.3	1.6	1.9	0.7	0.1	0.5	0.0	0.0	0.0
X	3.3	5.5	5.3	3.2	2.5	1.6	0.6	1.2	0.6	0.0	0.2

Tabel nr. 95.

Keskised tormipäevade arvud 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tallinn . . .	4.1	3.2	1.9	1.3	0.5	0.9	0.5	1.1	1.8	3.6	2.4	3.5	24.8
Vilsandi . . .	2.2	1.9	0.9	0.4	1.0	0.8	0.5	1.5	2.4	3.9	1.8	2.1	19.4
Pärnu	1.5	1.4	0.8	0.9	0.6	1.3	0.9	1.1	1.5	3.5	1.7	1.5	16.7
Narva-Jõesuu	4.3	2.8	2.5	1.4	1.8	2.1	1.2	1.6	4.4	5.1	3.3	3.3	33.8
Tooma	0.3	0.2	0.3	—	0.2	—	—	—	0.2	0.2	—	—	1.3
Olustvere . .	0.2	0.2	0.4	—	—	0.1	0.1	—	0.1	0.2	—	0.1	1.4
Jäneda	0.2	—	0.2	—	0.2	—	—	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	1.5
Võru	1.0	0.7	0.7	0.7	0.5	0.4	—	0.1	0.4	0.6	0.3	0.5	5.9
Tiirikoja . .	1.3	1.2	1.4	1.2	1.2	1.4	0.9	1.1	2.2	2.6	1.4	1.3	17.2

Edasi on Tartu vaatluste abil iseloomustatud üksikutest ilma-kaartest puhuvate tuulte keskmisi kestusi. Selleks on iga kuu ja aasta kohta arvatud 5 aasta vaatlustest (1929—33), mitu tundi on keskmiselt ööpäeva jooksul püsinud üksikutest suundadest puhuvad tuuled.

Tabel nr. 96.

Tuulesuundade ööpäevane keskmine kestus tundides Tartus 1929—33.

Kuu	Vaikus	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
I	0.0	0.2	0.4	0.2	0.4	0.8	1.6	1.7	3.2	1.9	3.8	1.9	3.2	1.5	1.7	0.6	0.9
II	0.0	0.8	0.9	0.9	1.2	1.5	2.1	1.2	2.0	1.3	2.0	0.7	2.4	2.1	1.7	1.1	2.1
III	0.0	0.8	1.0	0.7	0.9	0.9	1.2	0.6	0.7	1.1	1.9	2.1	5.9	1.8	1.1	1.3	2.0
IV	0.1	1.2	1.2	1.6	1.5	1.2	1.8	1.3	1.8	1.7	2.0	1.0	2.4	1.6	1.1	0.9	1.6
V	0.0	0.7	1.1	1.5	2.8	1.6	2.0	1.5	1.1	1.1	1.5	1.0	2.7	1.9	1.3	0.9	1.3
VI	0.0	1.5	1.6	1.2	1.6	1.3	1.0	0.8	0.6	0.6	1.2	1.6	4.3	3.0	1.6	1.0	1.1
VII	0.1	0.5	0.8	1.2	1.0	0.9	1.7	1.4	1.1	1.2	2.1	1.9	3.8	3.2	1.6	0.9	0.6
VIII	0.1	0.8	0.9	1.0	0.9	0.6	0.9	1.0	1.4	1.6	2.1	2.3	4.5	3.0	1.4	0.7	0.8
IX	0.1	0.9	0.9	0.7	0.8	0.5	0.8	1.4	1.6	1.7	2.4	1.9	2.8	2.8	1.7	1.4	1.6
X	0.0	0.1	0.3	0.3	0.5	0.8	1.7	1.8	2.3	2.5	3.9	2.2	3.2	1.6	1.4	0.9	0.5
XI	0.0	0.2	0.5	0.8	1.2	0.8	1.2	1.7	3.3	2.5	3.3	1.8	2.8	1.5	1.5	0.4	0.5
XII	0.1	0.5	0.9	0.6	0.5	0.5	1.4	1.4	2.1	2.0	3.0	2.0	3.9	1.9	1.4	1.0	0.8
Aasta	0.0	0.7	0.9	0.9	1.1	0.9	1.4	1.3	1.8	1.6	2.4	1.7	3.5	2.2	1.5	0.9	1.2

Edasi on Tartu Observatooriumi anemograafi ülesmärkimistest (1929—33) arvatud, mitu tundi on keskmiselt kuude ja aasta järgi püsinud kord alanud tuulevaige, ja kui kaua on kesk-

Tabel nr. 97.

Samast suunast puhuva tuule keskmine kestus tundides Tartus
1929—33.

Kuu	Vaikus	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
I	1.1	2.2	3.9	2.8	2.7	3.0	3.5	3.1	4.9	2.7	4.2	2.3	4.3	2.3	4.2	2.4	4.0
II	1.0	2.0	3.0	2.8	2.9	2.9	3.4	2.3	4.6	2.9	4.8	2.3	4.0	2.9	2.4	1.9	3.5
III	1.0	2.0	3.0	2.8	3.0	3.3	4.9	3.1	2.6	2.3	2.8	2.2	5.3	2.5	2.5	2.8	4.2
IV	1.0	2.4	2.1	2.4	2.6	2.1	2.9	2.1	3.0	2.4	3.4	1.8	3.8	2.6	2.1	1.9	2.9
V	1.0	1.6	2.1	2.3	3.0	2.0	2.7	2.3	2.3	1.8	2.5	1.7	3.3	2.5	2.3	1.8	2.5
VI	1.0	2.2	2.4	1.8	2.8	2.2	2.0	2.1	2.0	1.7	2.5	2.0	3.7	2.6	2.6	1.9	1.8
VII	1.2	1.7	2.2	2.5	2.1	1.8	2.7	2.2	2.2	1.8	2.5	2.0	2.8	2.5	2.3	2.1	2.0
VIII	1.3	2.3	2.3	2.3	1.9	1.8	2.1	2.2	2.3	2.2	2.6	2.4	3.4	2.6	2.4	2.0	2.4
IX	1.3	2.4	2.7	2.2	3.0	2.2	2.7	3.1	2.9	2.6	3.1	2.3	3.1	3.2	2.7	2.7	3.0
X	1.0	1.3	3.0	2.5	2.8	2.8	3.1	2.6	3.2	2.7	3.9	2.3	3.6	2.4	2.8	2.5	2.5
XI	1.0	1.8	3.1	3.5	3.7	2.6	3.2	2.6	3.0	2.4	4.5	2.5	3.9	2.7	3.9	1.9	4.5
XII	1.1	2.6	3.8	4.2	3.6	2.5	3.6	2.7	4.0	2.6	3.8	2.8	5.0	3.1	3.0	2.6	3.1
Aasta	1.1	2.1	2.6	2.5	2.8	2.3	3.0	2.5	3.1	2.4	3.4	2.2	3.8	2.7	2.7	2.2	2.9

Tabel nr. 98.

Sama kiirusega puhuva tuule keskmine kestus tundides Tartus
1929—33.

m/sek																	
Kuu	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
I	1.7	2.8	3.0	2.4	2.4	2.1	2.2	1.9	1.5	1.4	1.4	1.2	1.4	1.0	1.0		
II	2.1	2.9	2.8	2.6	2.0	2.2	2.0	2.1	1.4	1.2	1.6	1.8	1.7	1.0		1.0	1.0
III	1.3	2.5	2.9	2.6	2.0	2.1	2.1	1.8	2.1	1.4	1.7	1.5	3.0		1.0		
IV	1.8	2.3	2.7	2.4	2.1	2.1	1.9	1.5	1.8	1.4	1.2	1.4	1.0				
V	1.4	2.5	2.6	2.3	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.0	1.7	1.3		1.0			
VI	1.3	2.2	3.1	2.3	2.0	2.0	2.0	1.5	1.2	1.4	2.0						
VII	1.6	2.4	2.9	2.3	2.1	2.0	2.2	2.1	2.1	1.4	2.0		1.0				
VIII	1.7	2.4	3.1	2.4	2.1	2.1	2.2	1.8	1.8	1.2	1.6	1.0	2.0				
IX	1.6	2.7	3.5	2.6	2.2	2.1	2.2	1.8	1.6	1.0	1.2						
X	1.3	2.1	2.7	2.7	2.4	2.3	2.2	1.6	1.9	1.4	1.2	2.1	1.0	1.6			
XI	1.6	3.0	3.1	2.5	2.3	2.1	2.1	1.8	1.5	1.6	1.3	2.5					
XII	1.6	2.7	2.8	2.7	2.2	2.2	2.1	1.9	1.6	1.6	1.5	1.5	1.3				
Aasta	1.6	2.5	2.9	2.5	2.1	2.1	2.1	1.8	1.7	1.4	1.4						

miselt ühtejärke puhunud tuul üksikutest ilmakaartest. Mainitud keskmised vältused tundides on antud tabelis nr. 97.

Analoogiliselt on Tartu Observatooriumi vaatlustest (1929—33) arvutatud, mitu tundi keskmiselt on pidevalt puhunud kuude ja aasta järgi konstantse kiirusega tuuled, suunale vaatamata. Nimetatud andmed on mahutatud järgnevasse tabelisse (nr. 98),

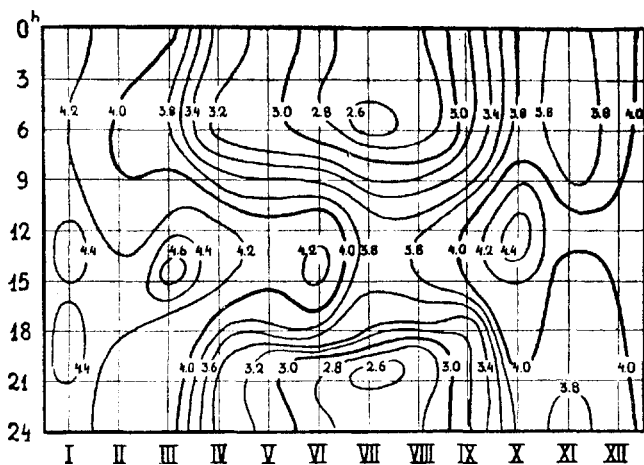
Tabel nr. 99.

Tuule kiiruse keskmine ööpäevane rütm Tartus 1926—35.

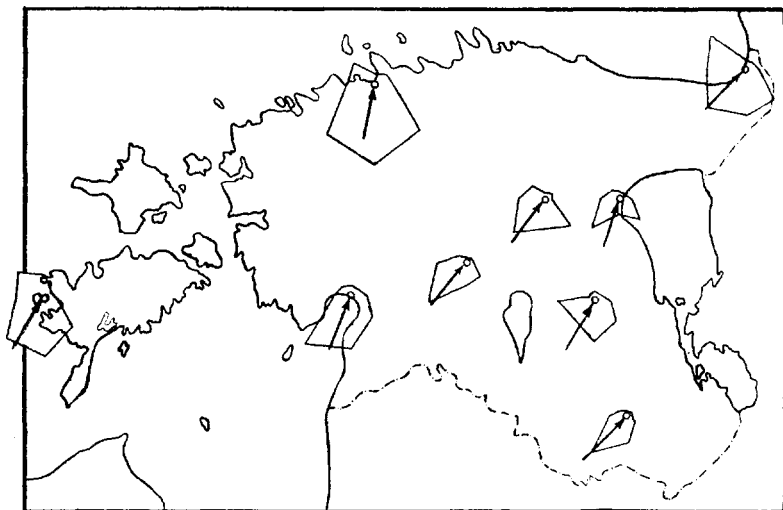
Kellaeg	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
0 ^h —1 ^h	4.3	4.0	4.1	3.3	3.1	2.9	2.7	2.8	3.1	3.8	3.7	3.9	3.47
1 ^h —2 ^h	4.3	4.0	4.0	3.2	3.1	2.9	2.7	2.7	3.1	3.8	3.7	3.9	3.44
2 ^h —3 ^h	4.3	4.0	4.1	3.2	3.2	2.9	2.7	2.8	3.2	3.9	3.7	3.9	3.50
3 ^h —4 ^h	4.2	4.0	4.0	3.2	3.1	2.8	2.7	2.8	3.2	3.8	3.7	3.9	3.45
4 ^h —5 ^h	4.2	3.9	4.0	3.2	3.1	2.8	2.6	2.7	3.1	3.8	3.7	3.9	3.41
5 ^h —6 ^h	4.2	4.0	4.0	3.2	3.1	2.9	2.6	2.8	3.2	3.9	3.7	4.0	3.45
6 ^h —7 ^h	4.2	3.9	4.0	3.2	3.1	3.0	2.6	2.7	3.1	3.9	3.6	4.0	3.44
7 ^h —8 ^h	4.3	4.0	4.0	3.4	3.3	3.3	3.0	3.0	3.3	4.0	3.7	4.1	3.61
8 ^h —9 ^h	4.3	4.0	4.1	3.6	3.5	3.6	3.1	3.2	3.5	4.1	3.8	4.0	3.73
9 ^h —10 ^h	4.3	4.0	4.1	3.8	3.7	3.8	3.3	3.5	3.7	4.2	3.8	4.0	3.86
10 ^h —11 ^h	4.4	4.1	4.2	4.0	3.9	4.0	3.5	3.6	3.8	4.4	3.9	4.0	3.98
11 ^h —12 ^h	4.4	4.1	4.3	4.2	4.0	4.1	3.6	3.8	4.0	4.6	4.0	4.1	4.11
12 ^h —13 ^h	4.4	4.1	4.4	4.2	4.0	4.2	3.6	3.8	4.0	4.5	4.0	4.0	4.10
13 ^h —14 ^h	4.4	4.2	4.5	4.4	4.1	4.2	3.6	3.9	4.1	4.5	4.0	4.0	4.15
14 ^h —15 ^h	4.4	4.2	4.6	4.3	4.1	4.3	3.7	3.9	4.0	4.4	3.9	4.0	4.17
15 ^h —16 ^h	4.3	4.2	4.5	4.2	4.0	4.2	3.6	3.7	3.8	4.0	3.8	3.9	4.03
16 ^h —17 ^h	4.4	4.2	4.3	4.1	3.9	4.1	3.6	3.6	3.5	4.0	3.8	4.0	3.96
17 ^h —18 ^h	4.5	4.3	4.2	3.8	3.8	4.0	3.5	3.4	3.3	4.0	4.0	4.0	3.90
18 ^h —19 ^h	4.5	4.2	4.0	3.5	3.5	3.5	3.1	3.0	3.1	4.0	3.9	3.9	3.68
19 ^h —20 ^h	4.4	4.1	4.0	3.3	3.1	3.1	2.7	2.8	3.1	4.0	3.8	3.9	3.53
20 ^h —21 ^h	4.4	4.1	4.2	3.3	3.0	2.8	2.6	2.8	3.2	4.0	3.9	4.0	3.52
21 ^h —22 ^h	4.4	4.0	4.1	3.3	3.1	2.8	2.6	2.7	3.2	4.0	3.8	3.9	3.49
22 ^h —23 ^h	4.3	4.0	4.1	3.3	3.1	2.8	2.7	2.7	3.2	4.0	3.8	4.0	3.49
23 ^h —24 ^h	4.4	4.0	4.1	3.3	3.1	2.9	2.8	2.8	3.2	4.0	3.8	3.9	3.52

kusjuures erinevate tuule kiiruste liigutuse aluseks on võetud üks meeter sekundis.

Analoogiliselt teistele meteoroloogilistele elementidele on

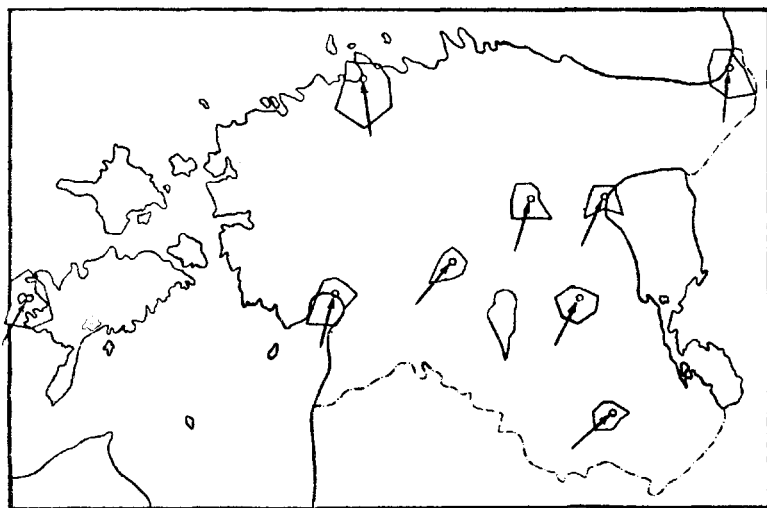


Joonis nr. 97. Tuule kiiruse isopleetid Tartus 1926—35.

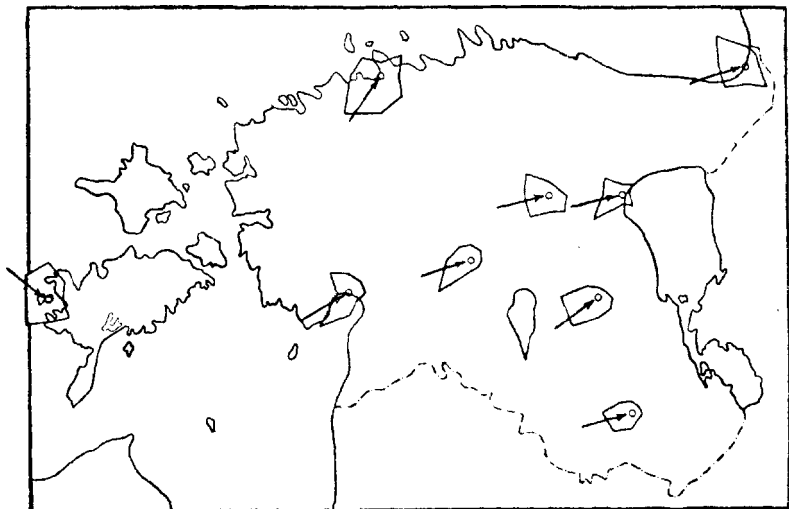


Joonis nr. 98. Keskmised tuule teed jaanuaris 1923—35.

Tartu vaatluste järgi määratud tuule kiiruse ööpäevane rütm üksikute kuude järgi. Selleks on kasutatud 10 aasta igatunnilisi tuule kiiruse andmeid anemograafilt, mille järgi on arvutatud igale tunnile vastav keskmine tuule kiirus m/sek. Andmed on esitatud tabelis nr. 99.

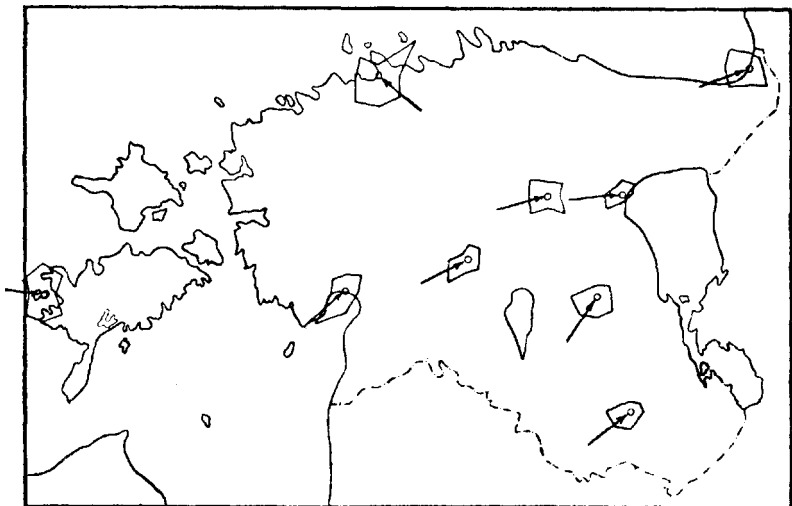


Joonis nr. 99. Keskmised tuule teed veebruaris 1923—35.

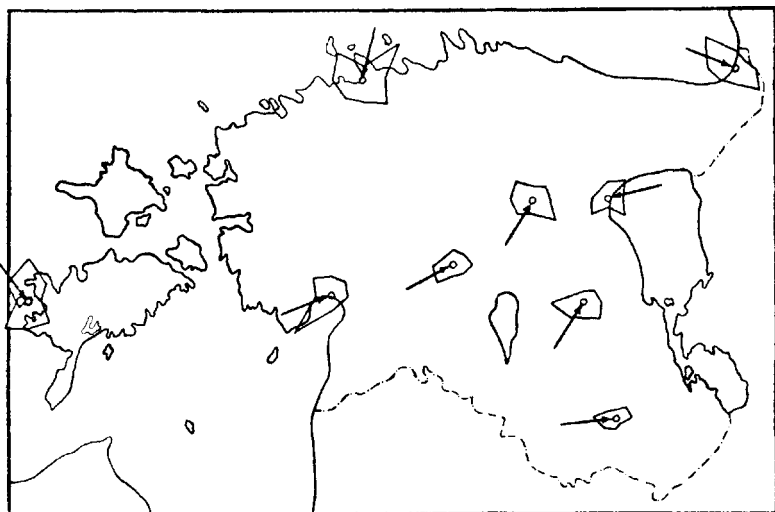


Joonis nr. 100. Keskmised tuule teed märtsis 1923—35.

Selgema kujutluse saamiseks on koostatud vastav isopleetide graafik (joonis nr. 97), kus rõhtteljeks on võetud kuud, püstteljeks aga kellaaeg, kusjuures kõverad esitavad tuule kiiruse (m/sek.) samajooni. Graafikult näeme kõigil kuudel selgelt arenenud ööpäevast tuule kiiruse käiku, mis vastavalt aastaegadele näi-



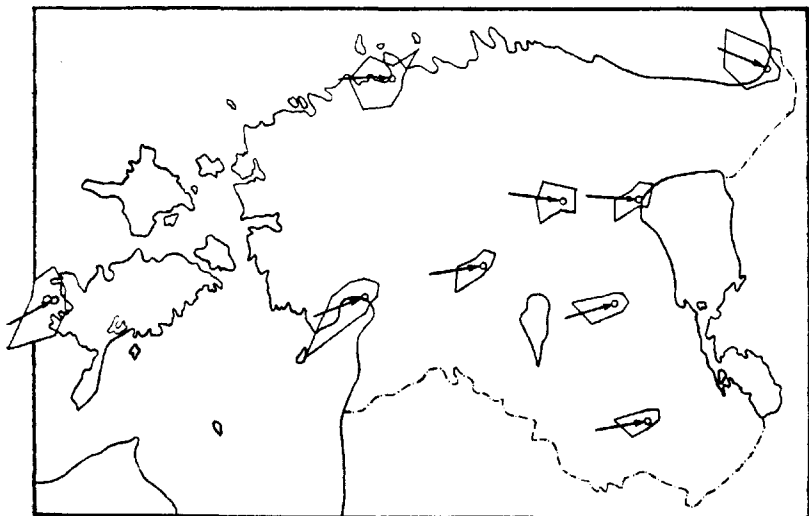
Joonis nr. 101. Keskmised tuule teed aprillis 1923—35.



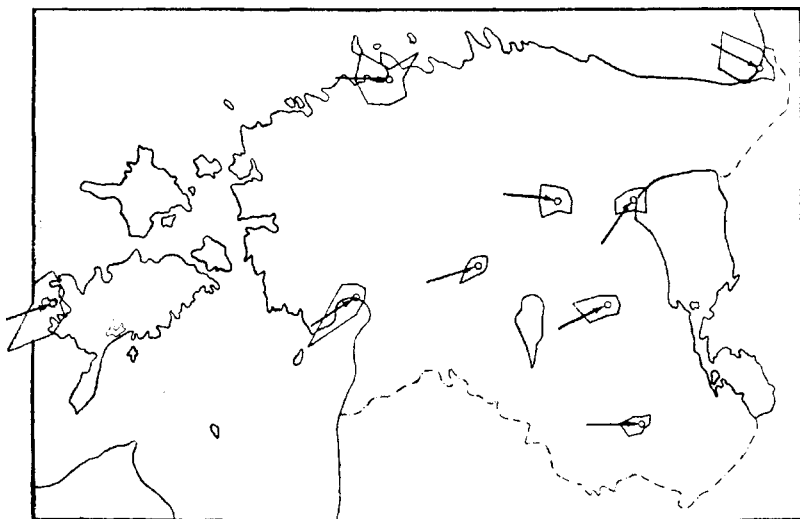
Joonis nr. 102. Keskmised tuule teed mais 1923—35.

tab suuremaid või vähemaid erinevusi päevase maksimumi ja öösisel miinimumi vahel.

Järgnevana on püütud iseloomustada tuulte vaatluste abil õhumasside liiklemist Eesti pindalal. Selleks on 13 aasta (1923—35) kolmest päevasest vaatlusest arvatud 9 jaama kohta kesk-

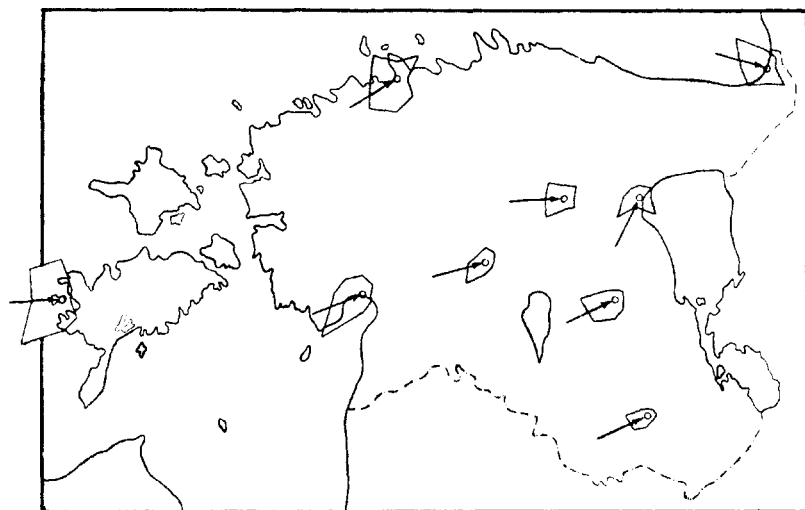


Joonis nr. 103. Keskmised tuule teed juunis 1923—35.

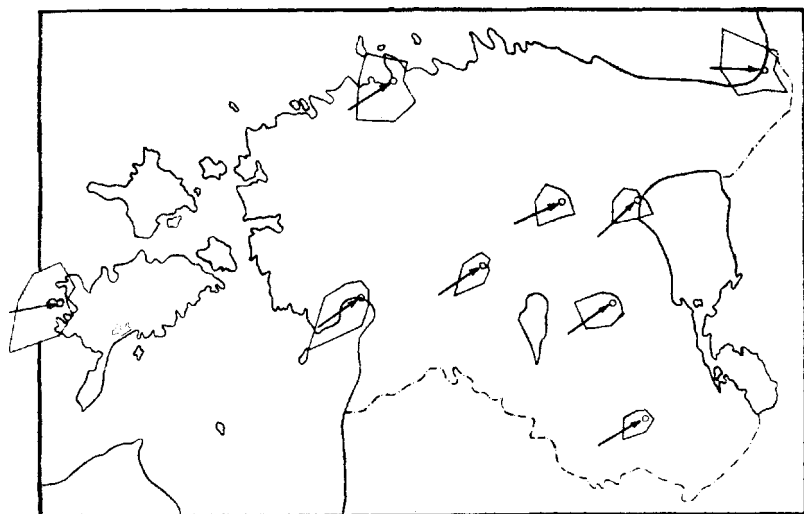


Joonis nr. 104. Keskmised tuule teed juulis 1923—35.

mised kuu ja aasta tuuleroosid, mis kujutavad õhumasside liiklemisjaotust 8 põhi-ilmakaare järgi. Nagu teada, on tuuleroosis kaugused roosi tippudest kuni vaatluspunktideni, mis järgnevatel joonistel märgitud ringikestega, proportsionaalsed õhumasside

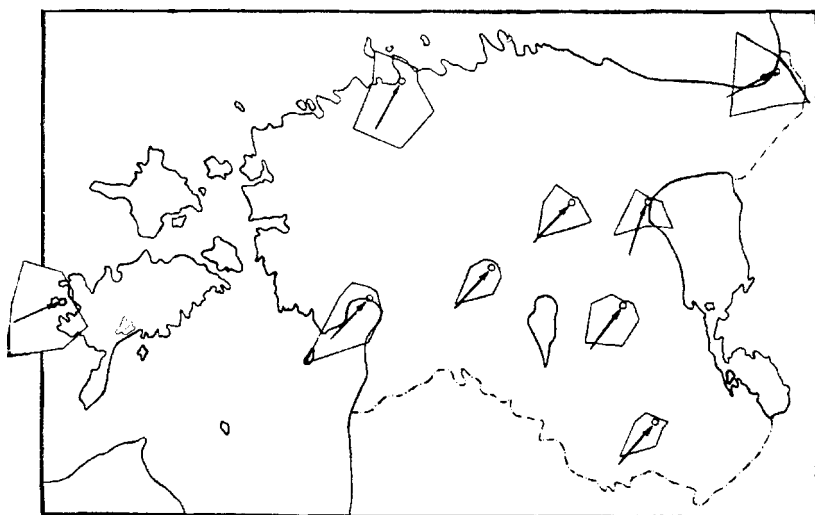


Joonis nr. 105. Keskmised tuule teed augustis 1923—35.

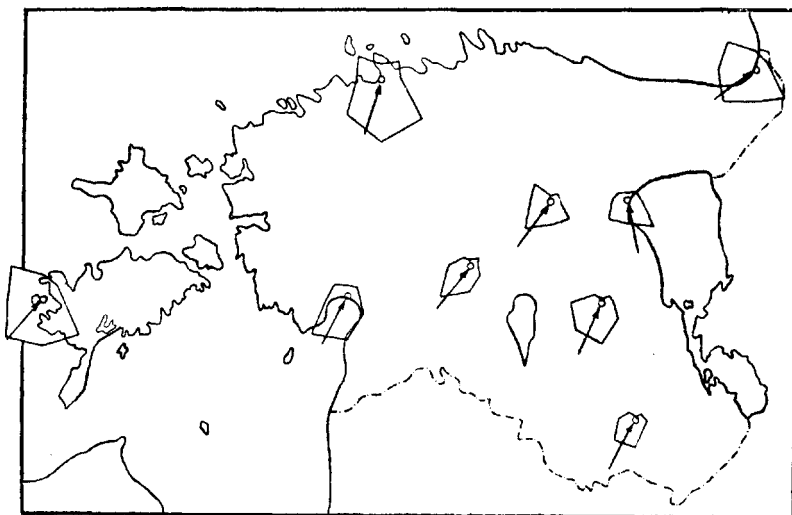


Joonis nr. 106. Keskmised tuule teed septembris 1923—35.

poolt selles suunas läbitud teede pikkustega. Lisaks tuuleroosidele on arvutatud Lambert'i valemi järgi iga kuu ja aasta keskmised õhumasside liiklemissuunad ja vastavad resultantkiirused (m/sek.), millised andmed on esitatud tabelites nr. 100 ja 101.



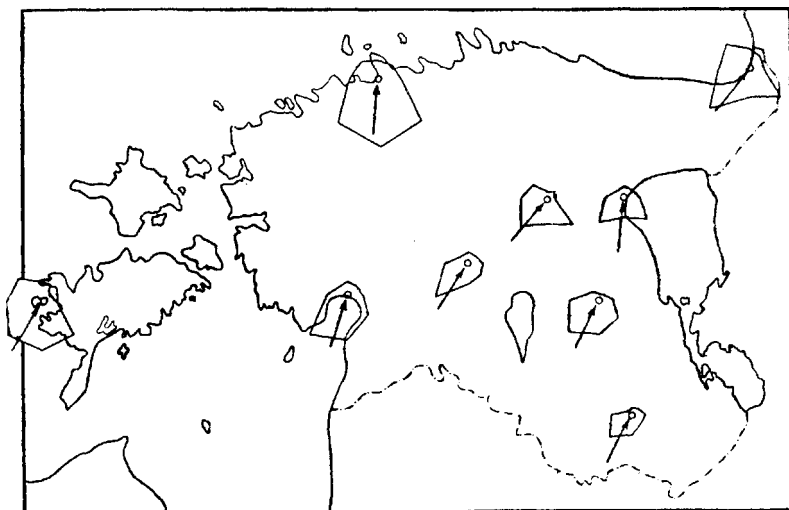
Joonis nr. 107. Keskmised tuule teed oktoobris 1923—35.



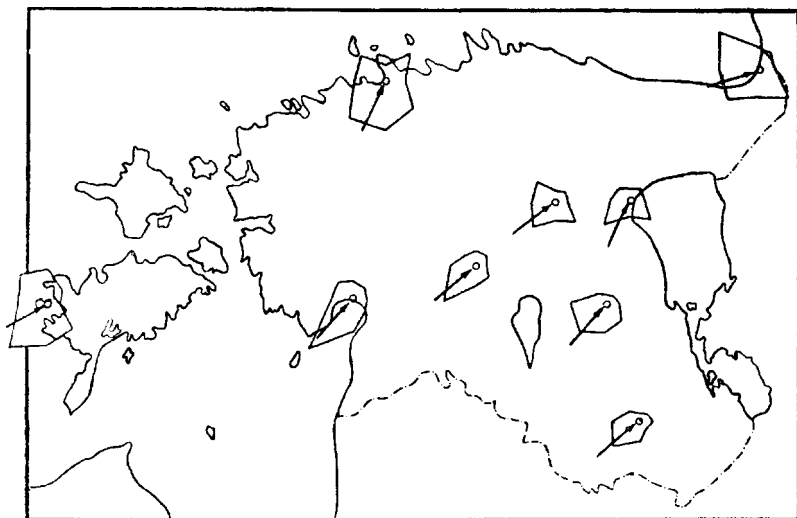
Joonis nr. 108. Keskmised tuule teed novembris 1923—35.

Kõik loendatud arvutused on läbi viidud vektoriaalselt, s. t. iga üksik tuulesuund on arvestatud vastava kiirusega.

Selgema ülevaate saamiseks on joonistel nr. 98—110 lisaks tuuleroosidele jämeda noolega märgitud iga vaatlusjaama kohta vektoriaalselt arvutatud keskmine õhumasside liiklemissuund.



Joonis nr. 109. Keskmised tuule teed detsembris 1923—35.



Joonis nr. 110. Keskmised aastased tuule teed 1923—35.

Võrreldes kolme rannikujaama (Tallinn, Vilsandi, Narva-Jõesuu) õhumasside liiklemisjaotuse sagedusi sisemaa-jaamade omadega, paistavad silma rannikujaamade suhteliselt suurema pindalaga tuuleroosid, mis on seletatav sellega, et ranniku läheduses on tuul tunduvalt vähem pidurdatud metsadest, ehitistest, mitteühetasasest maapinnast jne. kui sisemaal. Nagu joonistest nähtub, on Eesti pindalal ülekaalus läänest itta liiklevad õhuvoolud, mille tõttu meil üksikkuude ja aastane keskmine õhuvoolude suund on edelast ja läänest.

Tabelis nr. 100 on antud keskmine õhumasside liiklemissuund kraadides, loetuna kellaosuti pöörlemise järgi põhjast.

Tabel nr. 100.

Keskmine õhumasside liiklemise suund 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	212	210	236	215	214	254	245	244	235	216	205	207	222
Tallinn	192	173	216	131	14	268	271	239	237	209	197	186	206
Vilsandi	213	211	307	277	322	244	251	267	260	246	222	212	242
Pärnu	202	195	240	229	250	250	239	248	236	223	209	198	225
Narva-Jõesuu	223	186	253	250	293	293	298	287	272	241	234	219	253
Olustvere	220	220	253	244	244	261	253	255	237	222	219	214	232
Tiirikoja	199	206	258	265	76	274	217	207	227	200	170	186	208
Tooma	218	198	259	256	211	277	277	268	246	225	217	220	234
Võru	224	227	255	231	263	260	269	245	241	220	208	208	234

Kokkukõlas õhuvoolude liiklemissuundadega on Eesti ilmastus märgata maritiimsete tunnuste ülekaalu võrreldes mandritunnus- tega, sest, nagu juba nimetatud, liiklevad Eesti pindalal enamuses läänepoolse päritoluga õhumassid. Järgnevas tabelis on antud vektoriaalselt arvatud keskmised kuu ja aasta õhumasside resul- tantkiirused 1923.—35. a. toimetatud vaatluste järgi.

Tabel nr. 101.

Keskmised õhuvoolude resultantkiirused 1923—35.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Tartu	2.1	1.1	1.4	0.7	0.4	1.1	0.8	1.1	1.5	2.1	1.7	1.6	1.2
Tallinn . . .	3.1	1.3	1.1	0.3	0.3	0.3	0.5	0.8	1.4	2.2	2.0	2.3	1.2
Vilsandi . .	2.0	0.3	0.5	0.1	0.2	1.6	1.3	1.6	1.9	2.5	1.5	1.6	1.2
Pärnu	2.2	1.0	0.8	0.7	0.7	1.9	1.6	1.4	2.0	2.7	1.7	1.8	1.5
Narva-Jõesuu	1.8	0.9	1.1	0.6	0.5	0.8	1.1	0.9	1.8	1.9	1.3	1.4	1.1
Olustvere . .	1.7	0.7	1.0	0.5	0.4	0.8	0.5	0.6	1.1	1.6	1.3	1.2	0.9
Tiirikoja . .	1.4	0.6	1.0	0.3	0.2	0.5	0.3	0.5	1.0	1.5	1.1	1.2	0.6
Tooma	1.5	0.7	0.6	0.2	0.1	0.7	0.3	0.5	1.1	1.5	1.2	0.5	0.7
Võru	1.5	0.8	1.1	0.6	0.2	0.8	0.6	0.6	1.1	1.7	1.1	0.9	0.8

Üldiselt tuleb tähendada, et kokkukõlas keskmiste tuule kii- rustega (tabel nr. 89) omavad ka keskmised resultantkiirused kõigis vaatlusjaamades suuremaid väärtusi septembrist kuni märtsi- sini, vähemaid aga aasta soojemas osas, aprillist kuni augus- tini.

Ühenduses erinevate õhumassidega on Eesti ilmastus üle- kaalus vaheldumisi üht või teist kliimatüüpi iseloomustavad tun- nused. Kui meil on tegemist Atlandi ookeanilt siirdunud maritiim- se õhumassiga, valitseb meil soojal aastapoolel üldiselt jaheda- võitu, külmal aastapoolel aga suhteliselt kõrge temperatuuriga niiske ilmastik pideva pilvkattega. Peale selle on maritiimse õhumassi tähtsaimaiks tunnuseiks väike õhu läbipaistvus, udud ja peened vihmad, kuna hoogsademed peaaegu täiesti puuduvad. Mandrilise õhumassi iseloomustavaks omaduseks on hea nähtavus tüüpilise rümpilvitusega ja vahelduvate hoogsademetega.

Meteoroloogiliste elementide erinevuse selgitamiseks mitme- suguste õhumasside puhul on Tartu kohta 3 aasta vaatlustest eraldi arvatud keskmised kuu ja aasta õhutemperatuurid, rela-

tiivsed niiskused, pilvitused ja päikesepaiste kestused tundides kontinentaalsete ja maritiimsete õhumasside korral, mis on esitatud tabelis nr. 102.

Tabel nr. 102.

Tartu kontinentaalses ja maritiimses õhumassis 1933—35.

	õhu- mass	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aasta
Temperatuur C°	kont.	-8.4	-6.8	2.7	3.6	10.6	16.0	17.9	16.0	13.4	3.8	-0.7	-5.4	4.8
	marit.	0.6	0.5	1.7	8.8	9.3	15.0	16.8	15.6	11.6	8.3	2.5	0.7	7.6
Relatiivne niiskus % . . .	kont.	84	83	76	71	64	61	72	78	82	87	85	86	77
	marit.	89	88	85	75	74	73	76	79	83	85	91	88	82
Pilvitus	kont.	8.0	8.4	5.9	5.6	6.1	4.9	6.2	6.5	7.6	7.2	7.4	8.2	6.2
	marit.	9.1	8.8	9.1	7.2	8.6	6.8	7.4	6.9	7.5	7.6	9.1	9.9	8.2
Päikesepaiste-tunnid	kont.	34	44	173	199	253	340	279	259	186	90	64	26	1947
	marit.	19	41	60	174	193	218	241	262	128	80	12	0	1428

Tabelist nähtub, et kontinentaalsete õhumasside korral on Tartus jaanuarikuul keskmine õhutemperatuur ümmarguselt 9° madalam kui maritiimsete õhumasside korral, milline kontrast aga suvel ja sügisel muutub vastupidiseks. Relatiivne niiskus ja pilvitus on kontinentaalsete õhumasside puhul vähemad, päikesepaiste kestus aga suurem kui maritiimsete õhumasside korral.

Kõrgemates õhukihtides esinevatest tuule kiiruse ja suuna muutustest on võimalik saada ülevaadet ainult Tartust, kus pikemat aega on toimetatud pilootpallide vaatlusi peamiselt rahvusvahelistel päevadel. Parima kujutluse saamiseks on arvutatud üksikute aastaaegade kui ka terve aasta kohta keskmised nii tuule kiiruse kui ka suuna muutused iga 500 meetri kohta kuni 3000 meetri kõrguseni ja sealt edasi iga 1000 meetri kohta kuni 5000 meetri kõrguseni. Maapinnalt (80 m) kuni 500 meetri kõrguseni on vastavad andmed antud eraldi alumise 100 meetri kohta (80—180 m) ja sellele järgneva 320 meetri kohta (180—500 m).

Järgnevas tabelis (nr. 103) on antud keskmised tegurid aastaaegade ja terve aasta kohta, millega tuleb korrutada tuule kiirust maapinnal, et leida tuule kiirust vastaval kõrgusel.

Tabel nr. 103.

Tegurid, mis korrutamisel tuule kiirusega maapinnal annavad tuule kiiruse vastaval kõrgusel.

	180	500	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000
Kevad	1.53	2.22	2.60	2.67	2.99	3.38	3.72	4.21	5.14
Suvi	1.58	2.26	2.67	2.83	2.89	3.09	3.24	3.83	4.59
Sügis	1.70	2.72	2.91	3.05	3.27	3.43	3.71	4.90	6.12
Talv	1.96	2.96	3.41	3.75	4.43	5.27	6.06	7.58	11.97
Aasta	1.63	2.43	2.77	2.91	3.15	3.45	3.77	4.42	5.56

Tabelist näeme, et suurim tuule kiiruse juurdekasv esineb talvel ja sügisel, väikseim aga kevadel ja suvel. Üldiselt on tuule kiiruse suurenemine kõige intensiivsem alumises sajas meetris, kuna suuremates kõrgustes jääb juurdekasv aeglasemaks. Suurim tuule kiiruse juurdekasv alumises õhukihis on tingitud mitte-ühtlasest maapinnast (mäed, orud, metsad, ehitised), mis avaldab pidurdavat mõju õhuvooludele.

Järgnevas tabelis on antud keskmised nurgad kraadides, mis iseloomustavad tuule suuna muutust kõrgusega. Tabelis leiduvad nurgad annavad liitumisel tuule suunaga maapinnal tuule suuna vastaval kõrgusel. Nii näeme, et kevadel, kui maapinnal puhub lõuna- (S) tuul, siis on tuul 1000 meetri kõrgusel keskmiselt pöördunud 22° võrra paremale poole, s. o. puhub lõuna-edela (SSW) tuul jne.

Tabel nr. 104.

Keskmised nurgad, mille võrra tuul kõrgusega pöördub paremale poole.

	180	500	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000
Kevad	3	15	22	23	21	25	27	30	36
Suvi	3	9	10	9	13	14	21	22	22
Sügis	11	25	23	22	14	15	15	12	12
Talv	15	35	42	43	47	43	41	38	23
Aasta	6	17	20	20	19	21	24	25	27

Tabelist selgub, et tuule suund pöördub kõigil aastaaegadel maapinnalt kuni 1500 meetri kõrguseni paremale poole, kusjuures suurim pööre esineb talvel.

IX. Tabelite nimestik.

	lk.
1. Vaatluskohtade keskmised aasta, soojema ja jahedama kuu temperatuurid C ^o	8
2. Kuu ja aasta tõelised keskmised temperatuurid, taandatud 70-aastasele ajavahemikule (1866—1935). . .	9
3. Andmeid töös kasutatud meteoroloogiliste jaamade kohta.	10
4. 24-tunnilistest ja 3-tunnilistest vaatlustest arvutatud kuu ja aasta keskmiste temperatuuride vahed. . .	11
5. Kuu keskmised temperatuurid veepinnal 1923—36. .	18
6. Kuu ja aasta keskmine maksimum-temperatuur 1922—35.	20
7. Kuu ja aasta keskmine miinimum-temperatuur 1922—35.	20
8. Kuu ja aasta absoluutsete maksimum-temperatuuride keskmised 1922—35.	21
9. Kuu ja aasta absoluutsete miinimum-temperatuuride keskmised 1922—35.	21
10. Kuu ja aasta absoluutne maksimum-temperatuur 1922—35.	22
11. Kuu ja aasta absoluutne miinimum-temperatuur 1922—35.	22
12. Suvepäevade keskmised arvud (temp. maks. $\geq 25^{\circ}$) 1922—35.	22
13. Külmapäevade keskmised arvud (temp. miin. $\leq 0^{\circ}$) 1922—35.	23
14. Pakaspäevade keskmised arvud (temp. maks. $\leq 0^{\circ}$) 1922—35.	23
15. Igatunnilised keskmised õhutemperatuurid Tartus 1926—35.	24
16. Aastase õhutemperatuuri käigu siinusliikmete amplituudid ja faasid.	26
17. Õhutemperatuuri andmeid Tartus 1866—1935. . . .	34

	lk.
18. Kuu keskmised temperatuurid (t_0) ühes vastavate esinemissagedustega protsentides (p%) vaatluste koguarvust 1923—37.	37
19. Kuu mooditemperatuurid (t_{mood}) ühes vastavate esinemissagedustega protsentides (p%) vaatluste koguarvust 1923—37.	37
20. Kuu mediaanitemperatuurid (t_{med}) ühes vastavate esinemissagedustega protsentides (p%) vaatluste koguarvust 1923—37.	38
21. Küttepäevade ja küttepäevkraadide keskmised. . .	42
22. Kuu ja aasta keskmised maatemperatuurid 1926—36.	43
23. Kõrgeimad kuu keskmised maatemperatuurid Tartus 1926—36.	45
24. Madalaimad kuu keskmised maatemperatuurid Tartus 1926—36.	45
25. Maatemperatuuri abs. maksimum 1926—36.	46
26. Maatemperatuuri abs. miinimum 1926—36.	46
27. Kuupäevad keskmise kõrgeima ja madalaima maatemperatuuriga.	47
28. Vahed tõeliste ja kolmest tähtajalisest vaatlusest arvutatud kuu ja aasta keskmiste õhurõhkude vahel Tartu Meteoroloogia Observatooriumi vaatluste järgi millibaarides.	48
29. Tõelised õhurõhu kuu- ja aastakeskmised jaamade baromeetrite kõrgustel (1866—1935) mb-des.	48
30. Tõelised õhurõhu kuu- ja aastakeskmised merepinnal (1866—1935) mb-des.	48
31. Keskmised õhurõhu maksimumid ja miinimumid õhurõhu aastases käigus Tartu Meteoroloogia Observatooriumi vaatluste järgi.	49
32. Kõrgeimad kuu ja aasta tõelised keskmised õhurõhud baromeetrite kõrgustel 1920—35.	50
33. Madalaimad kuu ja aasta tõelised keskmised õhurõhud baromeetrite kõrgustel 1920—35.	50
34. Keskmised kuu ja aasta õhurõhu muutuvused Tartu Meteoroloogia Observatooriumi vaatluste järgi.	50
35. Kuu ja aasta keskmised õhurõhu maksimumid.	51
36. Kuu ja aasta keskmised õhurõhu miinimumid.	51
37. Õhurõhu absoluutsed kuu ja aasta maksimumid.	52

	lk.
38. Õhurõhu absoluutsed kuu ja aasta miinimumid.	52
39. Õhurõhu ööpäevase käigu keskmised maksimumid ja miinimumid Tartus.	53
40. Kuu ja aasta keskmised sademetehulgad ühes jaamade geograafiliste koordinaatidega 1923—35.	55
41. Keskmised päevade arvud sademetega 1923—35.	66
42. Sademete maksimaalsed kuusummad mm-tes 1923—35.	67
43. Sademete minimaalsed kuusummad mm-tes 1923—35.	68
44. Sademete maksimaalne ööpäevane hulk mm-tes 1923—35.	69
45. Keskmised päevade arvud rahega 1923—35.	70
46. Sademetehulga keskmine ööpäevane käik Tartus 1929—35.	71
47. 70 a. sademete keskmised (mm) Tartus 1866—1935.	72
48. Keskmine ja maksimaalne lumikatte kõrgus (sm) 1923/24—1935/36.	72
49. Keskmised päevade arvud lumikattega 1923/24—1935/36.	73
50. Vihmasadude keskmine intensiivsus Tartus 1926—34.	79
51. Keskmine pilvituse rohkus 1923—35, 7 ^h	81
52. Keskmine pilvituse rohkus 1923—35, 13 ^h	81
53. Keskmine pilvituse rohkus 1923—35, 21 ^h	82
54. Keskmine pilvituse rohkus 1923—35, 7 ^h , 13 ^h ja 21 ^h	82
55. Keskmised selgete päevade arvud 1923—35.	83
56. Keskmised pilviste päevade arvud 1923—35.	83
57. Keskmised udupäevade arvud 1923—35.	84
58. Keskmine pilvituse rohkus Tartus 1923—35.	85
59. Keskmine päikesepaiste kestus tundides 1926—35.	90
60. Keskmine päevane päikesepaiste kestus tundides kellaegade järgi Tallinnas 1926—35.	90
61. Keskmine päevane päikesepaiste kestus tundides kellaegade järgi Tartus 1926—35.	91
62. Keskmine päevane päikesepaiste kestus tundides kellaegade järgi Pärnus 1926—35.	92
63. Keskmine päevane päikesepaiste kestus tundides kellaegade järgi Olustveres 1926—35.	93
64. Keskmine päevane päikesepaiste kestus tundides kellaegade järgi Jänedal 1926—35.	94

	lk.
65. Keskmine päevane päikesepaiste kestus tundides kella- aegade järgi Jõgeval 1926—35.	95
66. Keskmine päevane päikesepaiste kestus tundides kella- aegade järgi Tiirikojal 1926—35.	96
67. Keskmine päevane päikesepaiste kestus tundides kella- aegade järgi Vilsandis 1926—35.	97
68. Keskmine päevane päikesepaiste kestus tundides kella- aegade järgi Narva-Jõesuus 1926—35.	97
69. Keskmine päevane päikesepaiste kestus tundides kella- aegade järgi Toomal 1926—35.	98
70. Keskmine päevane päikesepaiste kestus tundides kella- aegade järgi Pakril 1926—35.	98
71. Päikesepaiste keskmine aastase vältuse % võimalikust päikesepaiste aastasest kestusest 1926—35.	99
72. Keskmine päikesekiiriristuse intensiivsus kal./sm ² . min. keskpäeval Tartus 1931—35.	100
73. Keskmised kuu ja aasta õhkkonna läbilaske-koefitsien- did Tartus 1931—35.	100
74. Keskmine absoluutne niiskus mm-tes 1923—35.	101
75. Keskmine relatiivse niiskuse % 1923—35.	102
76. Keskmine absoluutne niiskus mm-tes kell 7 1923—35.	102
77. Keskmine absoluutne niiskus mm-tes kell 13 1923—35.	102
78. Keskmine absoluutne niiskus mm-tes kell 21 1923— 35.	103
79. Keskmine relatiivse niiskuse % kell 7 1923—35.	103
80. Keskmine relatiivse niiskuse % kell 13 1923—35.	103
81. Keskmine relatiivse niiskuse % kell 21 1923—35.	104
82. Keskmine täisniiskuse vajak Tartus mm-tes 1923—35.	104
83. Relatiivse niiskuse igatunnilised keskmised Tartu Observatooriumi vaatluste järgi 1926—35.	105
84. 70 aasta kuu- ja aastakeskmised äraauranud veekihi kõrgused Tartus mm-tes 1866—1935.	106
85. Vaatlusjaamade kõrgus merepinnalt; tuulelipu kõrgus maapinnalt.	107
86. Keskmine kuu ja aasta tuule kiirus m/sek. kell 7 1923—35.	107
87. Keskmine kuu ja aasta tuule kiirus m/sek. kell 13 1923—35.	107

	lk.
88. Keskmine kuu ja aasta tuule kiirus m. sek. kell 21 1923—35.	108
89. Keskmine kuu ja aasta tuule kiirus m. sek. kolmest vaatlusest (7 ⁿ , 13 ⁿ , 21 ⁿ) 1923—35.	108
90. Tuule kiiruste ööpäevane keskmine kestus tundides Tartus 1929—33.	112
91. Tuule kiiruste ööpäevane keskmine kestus tundides Tallinnas 1929—33.	112
92. Tuule kiiruste ööpäevane keskmine kestus tundides Vilsandis 1929—33.	113
93. Tuule kiiruste ööpäevane keskmine kestus tundides Pärnus 1929—33.	113
94. Tuule kiiruste ööpäevane keskmine kestus tundides Narva-Jõesuus 1929—33.	113
95. Keskmised tormipäevade arvud 1923—35. , . . .	114
96. Tuulesuundade ööpäevane keskmine kestus tundides Tartus 1929—33.	114
97. Samast suunast puhuva tuule keskmine kestus tundi-des Tartus 1929—33.	115
98. Sama kiirusega puhuva tuule keskmine kestus tundi-des Tartus 1929—33.	115
99. Tuule kiiruse keskmine ööpäevane rütm Tartus 1926—35.	116
100. Keskmise õhumasside liiklemise suund 1923—35..	123
101. Keskmised õhuvoolude resultantkiirused 1923—35. .	124
102. Tartu kontinentaalses ja maritiimses õhumassis 1933—35. ,	125
103. Tegurid, mis korrutamisel tuule kiirusega maapinnal annavad tuule kiiruse vastaval kõrgusel.	126
104. Keskmised nurgad, mille võrra tuul kõrgusega pöör-dub paremale poole.	126

X. Jooniste nimestik.

	lk.
1. Kliima-valdkonnad Baltoskandias Thornwaite'i järgi.	4
2. Kliima-valdkonnad Köppen'i järgi.	5
3. Kliima-valdkonnad Gorczyński järgi.	6
4. Kliima-valdkonnad Nehls'i järgi.	7
5. Jaanuari isothermid.	11
6. Veebruari isothermid.	12
7. Märtsi isothermid.	12
8. Aprilli isothermid.	13
9. Mai isothermid.	13
10. Juuni isothermid.	14
11. Juuli isothermid.	14
12. Augusti isothermid.	15
13. Septembri isothermid.	15
14. Oktoobri isothermid.	16
15. Novembri isothermid.	16
16. Detsembri isothermid.	17
17. Aasta isothermid.	17
18. Temperatuuri isopleedid Keri hüdroloogiajaama ($\varphi = 59^{\circ} 43'$, $\lambda = 25^{\circ} 01'$) vaatluste järgi 1924—36.	19
19. Tartu temperatuuri isopleedid 1926—35.	25
20. —5° isothermi nihkumine kevadel.	27
21. 0° isothermi nihkumine kevadel.	27
22. 5° isothermi nihkumine kevadel.	28
23. 10° isothermi nihkumine kevadel.	28
24. 15° isothermi nihkumine suvel.	29
25. 15° isothermi nihkumine sügisel.	29
26. 10° isothermi nihkumine sügisel.	30
27. 5° isothermi nihkumine sügisel.	30
28. 0° isothermi nihkumine sügisel.	31
29. —5° isothermi nihkumine talvel.	31
30. Aastase kõrgeima temperatuuri kohalejõudmise ajad.	32
31. Aastase madalaima temperatuuri kohalejõudmise ajad.	32

	lk.
32. Aastase õhutemperatuuri amplituudi jaotus Eestis.	33
33. Keskmiste aastaste temperatuuride kõrvalekallete sagedusjaotus Tartus 1866—1935.	36
34. Õhutemperatuuride sageduste isopleedid protsentides vaatluste koguarvust Tartus 1923—37.	38
35. Õhutemperatuuride sageduste isopleedid protsentides vaatluste koguarvust Tallinnas 1923—37.	39
36. Õhutemperatuuride sageduste isopleedid protsentides vaatluste koguarvust Vilsandis 1923—37.	39
37. Õhutemperatuuride sageduste isopleedid protsentides vaatluste koguarvust Pärnus 1923—37.	40
38. Õhutemperatuuride sageduste isopleedid protsentides vaatluste koguarvust Narva-Jõesuus 1923—37.	40
39. Küttepäev-kraadid Vilsandis, Tallinnas ja Tartus.	42
40. Maatemperatuuri isopleedid Tartus 1926—36.	44
41. Õhurõhu aastane käik Tartus 1866—1935.	49
42. Õhurõhu ööpäevane käik Tartus 1926—35.	53
43. Õhurõhu sagedusjaotus Tartus 1926—35.	53
44. Õhurõhu sagedusjaotus Tallinnas 1926—35.	54
45. Sademete jaotus jaanuaris 1923—35.	57
46. Sademete jaotus veebruaris 1923—35.	57
47. Sademete jaotus märtsis 1923—35.	58
48. Sademete jaotus aprillis 1923—35.	58
49. Sademete jaotus mais 1923—35.	59
50. Sademete jaotus juunis 1923—35.	59
51. Sademete jaotus juulis 1923—35.	60
52. Sademete jaotus augustis 1923—35.	60
53. Sademete jaotus septembris 1923—35.	61
54. Sademete jaotus oktoobris 1923—35.	61
55. Sademete jaotus novembris 1923—35.	62
56. Sademete jaotus detsembris 1923—35.	62
57. Sademete jaotus kevadel (III—V) 1923—35.	63
58. Sademete jaotus suvel (VI—VIII) 1923—35.	63
59. Sademete jaotus sügisel (IX—XI) 1923—35.	64
60. Sademete jaotus talvel (XII—II) 1923—35.	64
61. Aastane sademete jaotus 1923—35.	65
62. Pideva lumikatte algus 1923—35.	74
63. Pideva lumikatte lõpp 1924—36.	75
64. Keskmise lumikatte kõrgus (sm) novembris 1923—35.	75

	lk.
65. Keskmine lumikatte kõrgus (sm) detsembris 1923—35.	76
66. Keskmine lumikatte kõrgus (sm) jaanuaris 1924—36.	76
67. Keskmine lumikatte kõrgus (sm) veebruaris 1924—36.	77
68. Keskmine lumikatte kõrgus (sm) märtsis 1924—36.	77
69. Keskmine lumikatte kõrgus (sm) aprillis 1924—36.	78
70. Hoogvihmade keskmine intensiivsus Tartus 1926—34.	80
71. Pilvituse rohkuse isopleedid Tartus 1923—35.	85
72. Pilvita taeva isopleedid Tartus 1923—35.	86
73. Kihtpilvede isopleedid Tartus 1923—35.	87
74. Rünkpilvede isopleedid Tartus 1923—35.	87
75. Äikesepilvede (Cu Nb) isopleedid Tartus 1923—35. . .	88
76. Kihtrünkpilvede isopleedid Tartus 1923—35.	88
77. Vihmapilvede isopleedid Tartus 1923—35.	89
78. Päikesepaiste isopleedid Tallinnas 1926—35.	91
79. Päikesepaiste isopleedid Tartus 1926—35.	92
80. Päikesepaiste isopleedid Pärnus 1926—35.	93
81. Päikesepaiste isopleedid Vilsandis 1926—35.	94
82. Päikesepaiste isopleedid Narva-Jõesuus 1926—35. . .	95
83. Päikesepaiste isopleedid Toomal 1926—35.	96
84. Relatiivse niiskuse isopleedid Tartus 1926—35. . . .	105
85. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas jaanuaris 1929—33.	109
86. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas veebruaris 1929—33.	109
87. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas märtsis 1929—33.	109
88. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas aprillis. 1929—33.	109
89. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas mais 1929—33.	110
90. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas juunis 1929—33.	110
91. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas juulis 1929—33.	110
92. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas augustis 1929—33.	110
93. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas septembris 1929—33.	111

	lk.
94. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas oktoobris 1929—33.	111
95. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas novembris 1929—33.	111
96. Tuule kiiruse sagedusjaotus Tartus ja Tallinnas detsembris 1929—33.	111
97. Tuule kiiruse isopleedid Tartus 1926—35.	116
98. Keskmised tuule teed jaanuaris 1923—35.	117
99. Keskmised tuule teed veebruaris 1923—35.	117
100. Keskmised tuule teed märtsis 1923—35.	118
101. Keskmised tuule teed aprillis 1923—35.	118
102. Keskmised tuule teed mais 1923—35.	119
103. Keskmised tuule teed juunis 1923—35.	119
104. Keskmised tuule teed juulis 1923—35.	120
105. Keskmised tuule teed augustis 1923—35.	120
106. Keskmised tuule teed septembris 1923—35.	121
107. Keskmised tuule teed oktoobris 1923—35.	121
108. Keskmised tuule teed novembris 1923—35.	122
109. Keskmised tuule teed detsembris 1923—35.	122
110. Keskmised aastased tuule teed 1923—35.	123

XI. Summary.

Data about the climate of Estonia.

In this paper are given the means of the meteorological elements in Estonia with the corresponding tables and figures and characteristic data, such as the average number of days etc.

The introduction (pages 3—8) shows the distribution of climates in Baltoscandia with maps of climatic districts by Köppen, Thornwaite, Gorczynski and Nehls.

I. Air Temperature.

The first chapter (pages 8—47) contains the conditions of air temperatures in Estonia. Table 2 (page 9) gives the true (24-hours) average monthly and yearly temperatures in $^{\circ}\text{C}$, reduced to a period of 70 years (1866—1935). The descriptions of the tables as well as of the figures are given in English on pages 142—147 and 148—152 respectively. In every description is given the corresponding number of years of observation. To obtain the true (24 hours) average temperatures, the difference between the daily means on the basis of each of the 24 hours taken from the selfregistering apparatus, and the means of the three daily observations (7^{h} , 13^{h} and 21^{h} local time) is calculated for Tartu, Vilsandi and Tallinn (Table 4, page 11). To characterise the influence of the Baltic sea on the climate of Estonia the mean surface temperatures of the sea water are given on the basis of three daily observations (7^{h} , 13^{h} , 21^{h}) for the period 1923—36 for several stations.

Graph Nr. 18 shows the isopleths of water temperature at Keri ($\varphi = 59^{\circ} 43'$, $\gamma = 25^{\circ} 01'$) from the surface to the bottom (110 m). On that graph the abscissa represents the time (months), the ordinate — the depths in m from the surface to

the bottom. The drawn out and interrupted lines give the water-temperature in °C, whereas the dotted ones — the highest and lowest temperatures in the yearly range. The calculation shows, that at Keri every square m. gives to the air in autumn 254100 kcal. and in winter an additional 159500 kcal. of heat, thus together 413600 kcal. in a year. To represent the yearly range of temperature, the amplitudes and phases calculated by means of the Bessel formula:

$$t = t_m + A_1 \sin(a_1 + x) + A_2 \sin(a_2 + 2x) + \dots$$

are given in Table 16 page 26. The first column gives the names of the stations, the second — the average yearly temperatures, the following columns the data for A_1 , a_1 , A_2 , a_2 etc. On the basis of Table 16 are drawn Figures 20—31, which show the movements of different isotherms and the yearly highest and lowest daily temperatures in Estonia. On page 36, the drawing 33 gives the frequency distribution of the departures of each year's average temperature from the mean of 70 years for Tartu. One degree °C is taken as a unit for the division of the temperature departures into groups. The corresponding standard deviation σ is found to be ± 0.96 and the formula of Gauss —

$$y = 0.43 e^{-0.54x^2}$$

Figures 34—38 show the frequency distribution of temperatures based on three daily observations (7^h, 13^h, 21^h) during a period of 15 years (1923—37). The drawn out curves give the corresponding frequency in percentages of the total number of observations for each particular month, whereas the unit for dividing the temperatures into groups is taken as 1°C. The heavy curve shows the frequency (%) of the arithmetical mean, the interrupted curve those of the mode.

Table 21 and Fig. 39 show the heating conditions of living rooms in Estonia. Assuming that heating is started when the outside air temperature drops below 10°C, we can from the curve of the yearly range of temperature obtain the number of heating days for the requested district. If the room temperature is taken as 18°C, we can calculate for every heating day the difference between the outside, and room air temperature during the whole heating period.

The sum of these differences gives the "heating-days-degrees"

for the district. On Fig. 39 the curves represent the yearly range of temperature in Vilsandi (1), Tallinn (2), Tartu (3) and the space covered with lines — the "heating-days-degrees" for Vilsandi.

On page 47 the formula

$$t_h = 23.0 e^{-0.33 h}$$

shows the diminution of the yearly amplitude in the soil at Tartu. Here t_h gives the required amplitude in °C, h — the corresponding depths in m. and e the basis of the natural log.

II. Pressure.

The average monthly and yearly pressures are calculated only for 5 stations (Tartu, Tallinn, Vilsandi, Pärnu, Narva-Jõesuu) and reduced to a period of 70 years in accordance with the observations at Tartu. For this purpose the differences between the 24 hourly means and those from 3 daily observations (7^h, 13^h, 21^h) are determined for Tartu (Table 28). On page 49 the Bessel formula gives the annual range of pressure in Tartu for a period of 70 years (1866—1935) and on page 52 in the same way the corresponding diurnal range for Tartu. For composing the curves Fig. 43, 44 of the frequency distribution of pressure the three daily observations for a period of 1926—35 are used, whereas the unit for dividing the data of the pressure into groups is taken as 10 mb. The curves show the corresponding frequency in percentage of the total number of observations for July and January.

III. Precipitation.

The tables and drawings characterising the distribution of precipitation are composed on the basis of the observations made during a period of 13 years (1923—35). As the observations of the rainfall stations were interrupted during the World War, a new set of observation points had to be organized in the first years of the independence of Estonia. In the tables are given the data only for those stations, which were continuously active during all the period mentioned. In all the observation points there was used a raingauge of 500 cm² receiving surface at a height of 2 m. above the ground, protected by funnel shaped

Nipher type shields. For the composition of the isohyet charts, a graphical method was used. An isohyet chart was drawn for every month in all the years, by using the data of all the observation points. These particular monthly isohyet charts graphically added give the average isohyet chart for the corresponding month. In the same way were drawn by graphical addition the average yearly isohyets. In Figures 64—69, the charts with the average height of the snow layer were drawn in the above-mentioned way by the graphical addition of the particular charts of each year. The measuring of the height of the snow was made every morning at 8 o'clock by means of a pole divided into cm. in a level place mostly protected from the wind.

As the meteorological observations were made uninterruptedly only in Tartu beginning from 1866, in Table 47 are given the averages concerning the precipitation for Tartu for a period of 70 years (1866—1935). From the graphs of the selfregistering rain gauge in Tartu are determined the duration, average intensity and maximal intensity of fallen water for every rainfall in the years 1926—34. An interval of time of 20 minutes was taken as a unit for the division of rainfall into groups. Precipitation not exceeding 0.1 mm. has not been taken into consideration. The Figure 70 shows the relation between the duration and average intensity of rain. The abscissa represents the length of time in minutes, the ordinate — the average intensity of rain in mm. per minute. The equation on page 80 expresses the abovementioned relation.

IV. Cloudiness.

For compiling the tables of the average amount of cloudiness the observations of 13 stations for a period of observations for 13 years (1923—35) were used. Besides the average monthly and yearly amounts, the diurnal range of cloudiness is characterized by observations at Tartu (Table 58) made at intervals of three hours every day (7^h, 10^h, 13^h, 16^h, 19^h, 21^h and 22^h). In order to obtain a better survey of the average diurnal range of cloudiness, as well as the distribution of particular cloud forms different charts of isopleths are given. In these charts the abscissa expresses the time in months, the ordinate — the hours

of the day at intervals of three hours, — the curves give the quantity of the corresponding cloud forms. In Figure 71 the curves show the average distribution of the amount of cloudiness corresponding to Table 58 that is, how many tenths of sky are covered with clouds. In Figures 72—77 on the contrary the curves express either the entire lack of clouds (clear day, Figure 72) in percentage of all the number of observations, or the frequency of the appearance of particular cloud forms (St, Cu, Cu Nb, St Cu, Nb St).

V. Duration of Sunshine.

Continuous records of sunshine duration were obtained by Velitsko sunshine recorders for the period of 1926—35. Table 59 gives the monthly and yearly average of the duration of sunshine in hours and its last column the yearly actual sunshine in percentage in comparison with the possible duration of sunshine (always clear sky) at the corresponding observation point. Tables 60—70 give the average hourly values of the duration of sunshine for each month in hours. To these tables correspond graphs 78—83 of isopleths of sunshine, where the abscissa expresses the months, the ordinate — the hours in intervals of 6 hours; the curves give the duration of sunshine in tenths of hours. The dotted spaces show the twilight, the black ones the night.

VI. Intensity of Solar Radiation.

The observations of solar radiation were made by an Ångström pyrliometer during the period 1931—35. Table 72 gives the average insolation in gcal./min., which is received by a 1 cm² perpendicular to the rays reduced to midday. Table 73 shows the average coefficients of the transparency of the atmosphere reduced to midday.

VII. Atmospheric Humidity and Evaporation.

The data of the atmospheric humidity were obtained from the corresponding observations for the period 1926—35. The average absolute humidity expresses the tension of vapour in mm. of barometric pressure (Table 74). The monthly average

saturation deficit is calculated only for Tartu and given in Table 82 in mm. of barometric pressure. Table 83 with corresponding graph 84 shows the daily range of relative humidity in Tartu on the basis of hourly observations (1926—35).

VIII. Wind Velocity.

Tables showing average wind velocities are compiled for nine stations from the observations made during 1923—35. At all observation points the wind observations were made by Wild wind vanes except at Tartu, where a recording apparatus was in use. The heights of the wind vanes are given in Table 85. In addition to the average wind velocity the monthly frequencies of wind velocities compiled on the basis of 5 years' observations 1929—33 are given for Tartu and Tallinn also. To divide the wind velocities into groups there was used a unit of 2 m./sec. The frequency curves for Tallinn were composed from the three daily observations (7^h, 13^h, 21^h), those for Tartu — on the contrary from the hourly average wind velocities obtained with an anemograph. In Tables 90—94 are given the average duration of particular wind velocities for Tartu and Tallinn for every month, — for the other stations only for I, IV, VII and X.

The data concerning the conditions of wind velocity in the upper air, obtained by pilot balloon observations in Tartu in the years 1916—35 are given in Tables 103 and 104.

XII. List of Tables.

	Page
1. The average yearly temperatures, and those of the warmest and coldest months.	8
2. 24-hour average monthly and yearly temperatures in Estonia, reduced to a period of 70 years (1866—1935).	9
3. Characteristic data of the meteorological stations (longitude, latitude, height from sea level).	10
4. The differences between the monthly and yearly average temperatures, calculated on the basis of 3 daily observations at 7 ^h , 13 ^h and 21 ^h and—of every 24 hours	11
5. The average surface temperatures in the Baltic sea 1923—36.	18
6. The mean values of the daily maximum temperatures 1922—35.	20
7. The mean values of the daily minimum temperatures 1922—35.	20
8. The mean values of the monthly and yearly highest temperatures 1922—35.	21
9. The mean values of the monthly and yearly lowest temperatures 1922—35.	21
10. The monthly and yearly absolute maximum temperatures 1922—35.	22
11. The monthly and yearly absolute minimum temperatures 1922—35.	22
12. The average number of days with a daily maximum temperature $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 1922—35.	22
13. The average number of days with a daily minimum temperature $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 1922—35.	23
14. The average number of days with a daily maximum temperature $\leq 0^{\circ}\text{C}$ 1922—35.	23
15. The average temperatures at Tartu for every hour 1926—35.	24

	Page
16. The amplitudes and phases corresponding to Bessel's equation for the yearly range of temperature.	26
17. The data of the air temperature in Tartu on the basis of observations 1866—1935.	34
18. The frequency of the monthly average temperatures in percentage taken from the total number of observations 1923—37.	37
19. The frequency of the mode temperature in percentage of the total number of observations 1923—37.	37
20. The frequency of the median temperature in percentage of the total number of observations, 1923—37.	38
21. Average number of the yearly heating days and heating-day-degrees.	42
22. The monthly and yearly average soil temperatures ($^{\circ}\text{C}$) from the surface to a depth of 5 m. in Tartu, 1926—36.	43
23. The highest average monthly soil temperatures ($^{\circ}\text{C}$) from the surface to a depth of 5 m. at Tartu 1926—36.	45
24. The lowest average monthly soil temperatures ($^{\circ}\text{C}$) from the surface to a depth of 5 m. at Tartu 1926—36.	45
25. The absolute maximum of the soil temperature at Tartu 1926—36.	46
26. The absolute minimum of the soil temperature at Tartu 1926—36.	46
27. The dates with the highest and lowest soil temperatures at Tartu 1926—36.	47
28. The differences between the average monthly and yearly pressures, calculated from 3 daily observations (7^{h} , 13^{h} , 21^{h}) in mb. and from every 24-hours.	48
29. The average monthly and yearly pressures of 24-hour observations reduced to a period of 70 years (1866—1935) in mb. at the barometric height.	48
30. The average monthly and yearly pressures at sea level from 24-hour observations reduced to a period of 70 years (1866—1935) in mb.	48
31. The average highest and lowest pressures at Tartu in the yearly range with corresponding dates calculated by harmonic analysis.	49

	Page
32. The highest monthly and yearly average pressures based on 24-hour observations (1920—35) in mb. . .	50
33. The lowest monthly and yearly average pressures based on 24-hour observations (1920—35) in mb. . .	50
34. The monthly and yearly average departures of pressures for Tartu.	50
35. The averages of the monthly and yearly highest pressures.	51
36. The averages of the monthly and yearly lowest pressures.	51
37. The monthly and yearly absolute maximum pressures.	52
38. The monthly and yearly absolute minimum pressures.	52
39. The average maximum and minimum pressures with corresponding time-moments in the daily range of pressures at Tartu based on harmonic analysis. . .	53
40. The monthly and yearly average amounts of precipitation in 1923—35 in mm. with geographical coordinates of stations.	55
41. The average monthly and yearly number of days with precipitation in 1923—35.	66
42. The highest monthly and yearly amounts of precipitation in mm., 1923—35.	67
43. The lowest monthly and yearly amounts of precipitation in mm., 1923—35.	68
44. The maximum amount of precipitation within 24-hours in mm. 1923—35.	69
45. The average number of days with hail 1923—35. . .	70
46. The diurnal range of precipitation in Tartu for the four seasons and the whole year according to Hellman's self-registering apparatus 1929—35. . . .	71
47. The average amount of precipitations at Tartu for the period of 70 years (1866—1935) in mm.	72
48. The average and maximal height of snow-layer for decades 1923/24—1935/36.	72
49. The average number of days with snow-layer for decades and a year.	73
50. The average intensity of rainfall at Tartu 1926—34.	79

	Page
51. The average amount of clouds at 7 ^h , 1923—35. . . .	81
52. The average amount of clouds at 13 ^h , 1923—35. . . .	81
53. The average amount of clouds at 21 ^h , 1923—35. . . .	82
54. The average amount of clouds ($\frac{7^h + 13^h + 21^h}{3}$) 1923—35. . . .	82
55. The average number of clear days 1923—35. . . .	83
56. The average number of cloudy days 1923—35. . . .	83
57. The average number of days with fog 1923—35. . . .	84
58. The average amount of clouds in Tartu 1923—35. . . .	85
59. The averages of duration of sunshine in hours registered by the Welitsko sunshine recorder 1926—35. . . .	90
60. The average diurnal duration of sunshine in hours at Tallinn by months 1926—35.	90
61. The average diurnal duration of sunshine in hours at Tartu by months 1926—35.	91
62. The average diurnal duration of sunshine in hours at Pärnu by months 1926—35.	92
63. The average diurnal duration of sunshine in hours at Olustvere by months 1926—35.	93
64. The average diurnal duration of sunshine in hours at Jämeda by months 1926—35.	94
65. The average diurnal duration of sunshine in hours at Jõgeva by months 1926—35.	95
66. The average diurnal duration of sunshine in hours at Tiirikoja by months 1926—35.	96
67. The average diurnal duration of sunshine in hours at Vilsandi by months 1926—35.	97
68. The average diurnal duration of sunshine in hours at Narva-Jõesuu by months 1926—35.	97
69. The average diurnal duration of sunshine in hours at Tooma by months 1926—35.	98
70. The average diurnal duration of sunshine in hours at Pakri by months 1926—35.	98
71. The average duration of sunshine in percentage taken from the possible sunshine duration in a year. . . .	99
72. The average intensity of solar radiation in Tartu at midday cal./cm. ² min., 1931—35.	100
73. The average monthly and yearly coefficients of transparency of the atmosphere reduced to midday in Tartu 1931—35.	100

	Page
74. The average monthly and yearly absolute humidity in mm., 1923—35.	101
75. The average monthly and yearly relative humidity % 1923—35.	102
76. The average absolute humidity in mm. at 7 ^h , 1923—35.	102
77. The average absolute humidity in mm. at 13 ^h , 1923—35.	102
78. The average absolute humidity in mm. at 21 ^h , 1923—35.	103
79. The average relative humidity % at 7 ^h , 1923—35.	103
80. The average relative humidity % at 13 ^h , 1923—35.	103
81. The average relative humidity % at 21 ^h , 1923—35.	104
82. The average monthly saturation deficit in mm. at Tartu, 1923—35.	104
83. The hourly averages of relative humidity (%) at Tartu 1926—35.	105
84. The average monthly and yearly amounts of evaporation at Tartu in mm., 1866—1935.	106
85. The height of observation points at sea level in m.; the height of wind-vane in m.	107
86. The average monthly and yearly wind velocity in m/sec at 7 ^h 1923—35.	107
87. The average monthly and yearly wind velocity in m/sec at 13 ^h 1923—35.	107
88. The average monthly and yearly wind velocity in m/sec at 21 ^h 1923—35.	108
89. The average monthly and yearly wind velocity in m/sec ($\frac{7^h + 13^h + 21^h}{3}$) 1923—35.	108
90. The average duration of the particular wind velocities (m/sec) in hours at Tartu 1929—33 by months and for the whole year.	112
91. The average daily duration of the particular wind velocities in Tallinn by months and years 1929—33.	112
92. The average daily duration of the particular wind velocities in Vilsandi (I, IV, VII, X) 1929—33.	113
93. The average daily duration of the particular wind velocities in Pärnu 1929—33.	113

	Page
94. The average daily duration of the particular wind velocities in Narva-Jõesuu 1929—33.	113
95. The average monthly and yearly number of days with gale force 1923—35.	114
96. The average duration of the particular wind direction in Tartu 1929—33.	114
97. The average duration of a wind, blowing from one direction in Tartu 1929—33.	115
98. The average duration of a wind, blowing with the same velocity in Tartu 1929—33.	115
99. The average diurnal range of wind velocity in Tartu 1926—35.	116
100. The average directions of the moving air masses in Estonia 1923—35.	123
101. The average monthly and yearly resultant wind-velocities (m./sec.) 1923—35.	124
102. The average temperatures, relative humidity, amounts of cloudiness, duration of sunshine in Tartu at continental and maritime air masses.	125
103. The coefficients, multiplied with the wind velocity on the ground, giving the velocity at the corresponding height.	126
104. The average angles to be added to the wind direction on the ground to its right side, to obtain the wind-direction at the corresponding height.	126

XIII. List of Figures.

	Page
1. The climatic subdivisions of Baltoscandia by Thornwaite.	4
2. The climatic subdivisions of Baltoscandia by Köppen.	5
3. The climatic subdivisions of Baltoscandia by Gorczyński.	6
4. The climatic subdivisions of Baltoscandia by Nehls.	7
5. Isothermal lines for January.	11
6. Isothermal lines for February.	12
7. Isothermal lines for March.	12
8. Isothermal lines for April.	13
9. Isothermal lines for May.	13
10. Isothermal lines for June.	14
11. Isothermal lines for July.	14
12. Isothermal lines for August.	15
13. Isothermal lines for September.	15
14. Isothermal lines for October.	16
15. Isothermal lines for November.	16
16. Isothermal lines for December.	17
17. Annual Isotherms.	17
18. Isopleths of temperatures at the hydrological station Keri ($\varphi = 59^{\circ} 43'$, $\lambda = 25^{\circ} 01'$) from the surface to a depth of 110 m., 1924—36.	19
19. Isopleths of temperatures for Tartu 1926—35.	25
20. The moving of -5° C isothermal line in spring.	27
21. The moving of 0° C isothermal line in spring.	27
22. The moving of 5° C isothermal line in spring.	28
23. The moving of 10° C isothermal line in spring.	28
24. The moving of 15° C isothermal line in summer.	29
25. The moving of 15° C isothermal line in autumn.	29
26. The moving of 10° C isothermal line in autumn.	30
27. The moving of 5° C isothermal line in autumn.	30

	Page
28. The moving of 0° C isothermal line in autumn.	31
29. The moving of -5° C isothermal line in winter.	31
30. The moving of the line with the highest average daily temperatures for a year.	32
31. The moving of the line with the lowest average daily temperatures for a year.	32
32. The distribution of the average annual temperature amplitudes in Estonia.	33
33. The distribution of the deviations of average annual temperatures at Tartu in percentage 1866—1935.	36
34. The isopleths of the frequency of air temperatu- res in percentage taken from the total number of observations in Tartu 1923—37.	38
35. The isopleths of the frequency of air tempera- tures in percentage taken from the total number of observations in Tallinn 1923—37.	39
36. The isopleths of the frequency of air tempera- res in percentage taken from the total number of observations in Vilsandi 1923—37.	39
37. The isopleths of the frequency of air tempera- tures in percentage from the total number of obser- vations in Pärnu 1923—37.	40
38. The isopleths of the frequency of air tempera- tures in percentage from the total number of obser- vations in Narva-Jõesuu 1923—37.	40
39. The heating-days-degrees in Vilsandi, Tallinn and Tartu.	42
40. The temperature isopleths of the soil from the sur- face to 5 m. depth in Tartu, 1926—36.	44
41. The annual range of pressure in Tartu 1866—1935.	49
42. The daily range of pressure in Tartu 1926—35.	53
43. The frequency of pressures for July and January in Tartu 1926—35.	53
44. The frequency of pressures for July and January in Tallinn 1926—35.	54
45. Isohyets of January 1923—35.	57
46. Isohyets of February 1923—35.	57
47. Isohyets of March 1923—35.	58
48. Isohyets of April 1923—35.	58

	Page
49. Isohyets of May 1923—35.	59
50. Isohyets of June 1923—35.	59
51. Isohyets of July 1923—35.	60
52. Isohyets of August 1923—35.	60
53. Isohyets of September 1923—35.	61
54. Isohyets of October 1923—35.	61
55. Isohyets of November 1923—35.	62
56. Isohyets of December 1923—35.	62
57. Distribution of precipitation in spring 1923—35. . .	63
58. Distribution of precipitation in summer 1923—35. .	63
59. Distribution of precipitation in autumn 1923—35. .	64
60. Distribution of precipitation in winter 1923—35. . .	64
61. Annual isohyets in Estonia 1923—35.	65
62. The lines with dates of the beginning of snow-layer 1923—35.	74
63. The lines with the dates of simultaneous disappearance of snow-layer 1924—36.	75
64. The lines with the equal average height of the snow-layer in November (cm.) 1923—35.	75
65. The lines with the equal average height of the snow-layer in December (cm.) 1923—35.	76
66. The lines with the equal average height of the snow-layer in January (cm.) 1924—36.	76
67. The lines with the equal average height of the snow-layer in February (cm.) 1924—36.	77
68. The lines with the equal average height of the snow-layer in March (cm.) 1924—36.	77
69. The lines with the equal average height of the snow-layer (cm.) in April 1924—36.	78
70. The average intensity of rainfall at Tartu 1926—34.	80
71. The isopleths of the amount of clouds in Tartu based on 7 ^h , 10 ^h , 13 ^h , 16 ^h , 19 ^h , 22 ^h observations 1923—35. .	85
72. The isopleths of the cloudlessness (clear sky) in Tartu based on 7 ^h , 10 ^h , 13 ^h , 16 ^h , 19 ^h , 22 ^h observations 1923—35.	86
73. The isopleths of Stratus clouds in Tartu 1923—35. .	87
74. The isopleths of Cumulus clouds in Tartu 1923—35. .	87

	Page
75. The isopleths of Cumulo-nimbus clouds in Tartu 1923—35.	88
76. The isopleths of Strato-cumulus clouds in Tartu 1923—35.	88
77. The isopleths of Nimbo-stratus clouds in Tartu 1923—35.	89
78. The isopleths of the duration of sunshine in Tallinn 1926—35.	91
79. The isopleths of the duration of sunshine in Tartu 1926—35.	92
80. The isopleths of the duration of sunshine in Pärnu 1926—35.	93
81. The isopleths of the duration of sunshine in Vilsandi 1926—35.	94
82. The isopleths of the duration of sunshine in Narva-Jõesuu 1926—35.	95
83. The isopleths of the duration of sunshine in Tooma 1926—35.	96
84. The isopleths of relative humidity % at Tartu 1926—35.	105
85. The frequency distribution of wind velocities (m/sec.) in percentage for Tartu and Tallinn in January 1929—33.	109
86. The frequency distribution of wind velocities (m/sec.) in percentage for Tartu and Tallinn in February 1929—33.	109
87. The frequency distribution of wind velocities (m/sec.) in percentage for Tartu and Tallinn in March 1929—33.	109
88. The frequency distribution of wind velocities (m/sec.) in percentage for Tartu and Tallinn in April 1929—33.	109
89. The frequency distribution of wind velocities (m/sec.) for Tartu and Tallinn in May 1929—33. . . .	110
90. The frequency distribution of wind velocities (m/sec.) for Tartu and Tallinn in June 1929—33. . . .	110
91. The frequency distribution of wind velocities (m/sec.) for Tartu and Tallinn in July 1929—33. . . .	110

	Page
92. The frequency distribution of wind velocities (m/sec.) for Tartu and Tallinn in August 1929—33.	110
93. The frequency distribution of wind velocities (m/sec.) for Tartu and Tallinn in September 1929—33.	111
94. The frequency distribution of wind velocities (m/sec.) for Tartu and Tallinn in October 1929—33.	111
95. The frequency distribution of wind velocities (m/sec.) for Tartu and Tallinn in November 1929—33.	111
96. The frequency distribution of wind velocities (m/sec.) for Tartu and Tallinn in December 1929—33.	111
97. The isopleths of wind velocities (m/sec.) in Tartu 1926—35.	116
98. The wind roses and average wind ways in Estonia for January 1923—35.	117
99. The wind roses and average wind ways in Estonia for February 1923—35.	117
100. The wind roses and average wind ways in Estonia for March 1923—35.	118
101. The wind roses and average wind ways in Estonia for April 1923—35.	118
102. The wind roses and average wind ways in Estonia for May 1923—35.	119
103. The wind roses and average wind ways in Estonia for June 1923—35.	119
104. The wind roses and average wind ways in Estonia for July 1923—35.	120
105. The wind roses and average wind ways in Estonia for August 1923—35.	120
106. The wind roses and average wind ways in Estonia for September 1923—35.	121
107. The wind roses and average wind ways in Estonia for October 1923—35.	121
108. The wind roses and average wind ways in Estonia for November 1923—35.	122
109. The wind roses and average wind ways in Estonia for December 1923—35.	122
110. The wind roses and average wind ways in Estonia for a year 1923—35.	123

Sisukord:

	lk.
Andmeid Eesti kliimast	3
I. Õhutemperatuuri olud Eestis	8
II. Õhurõhk	47
III. Sademed	54
IV. Pilvitus	80
V. Päikesepaiste kestus	89
VI. Päikesekiirituse vaatlused.	99
VII. Õhuniiskus ja auramine	101
VIII. Tuul	106
IX. Tabelite nimestik	127
X. Jooniste nimestik	132
XI. Summary: Data about the climate of Estonia	136
XII. List of Tables	142
XIII. List of Figures	148

LABORATORY OF ANIMAL HISTOLOGY AND EMBRYOLOGY,
UNIVERSITY OF TARTU, ESTONIA

THE MICRO-RELIEF ELEMENTS OF THE STOMACH AND INTESTINE IN DOMESTIC MAMMALS

BY

PROFESSOR DR. JUL. TEHVER

WITH 44 PHOTOGRAPHIC FIGURES IN 7 TABLES

TARTU 1939

*Acta et Commentationes Universitatis Tartuensis (Dorpatensis) A XXXIV.*_{9.}

INTRODUCTION ¹.

According to the layers of the wall participating in the moulding of the relief of the gastro-intestinal tract, JACOBS-HAGEN (1937) distinguishes between: (1) the *propria* relief, embracing the unevenness of the *propria* alone, (2) the *Kerckring* relief, produced by the foldings of the submucous layer, (3) the *Esch* relief, formed by the macroscopic transversal folds of the intestine, and comprising besides the mucous membrane also the circular layer of the muscularis, and (4) the relief formed by the *semilunar* folds, which is peculiar only to the large intestine possessing *taeniae*.

A more detailed specification of the relief-forms produced by the mucous membrane alone originates from FORSSELL (1928), a Swedish professor, who has classified them as high-, level-, and micro-reliefs (*Hoch-, Flach- und Mikro-relief*). A high-relief is produced by the foldings of the mucous membrane, involving also the submucous layer. A level-relief is produced by the foldings of the *propria* or the glandular layer alone. The high- and the level-reliefs together form the *macro-relief*. The macroscopic folds of the mucous membrane form the elements of the high-relief, and the level-relief is to be found for instance in the form of the gastric areas and the furrows between them. The micro-relief is produced by the unevenness of the free surface of the *propria* in the form of tiny depressions and elevations. Gastric pits or *foveolae* and *interfoveolar* septa are the elements of this class of the relief in the stomach, and in the

¹ Grants from the Funds of the Tartu University Graduates have been awarded to the author to enable him to procure the animal and photographic material necessary for the present work, for which the author herewith desires to express his grateful acknowledgement to the governing board of the abovementioned funds.

intestine it is formed by the surface pierced through with the gland openings together with the villi or microscopical folds in the small intestine. FORSELL's level-relief together with his micro-relief corresponds to JACOBSHAGEN's propria-relief, and FORSELL's high-relief to the latter's Kerekring relief.

In the present paper we are interested only in those elements of the relief of the mucous membrane in the gastro-intestinal tract, which in FORSELL's terminology form the micro-relief, viz., the surface formations of the propria, which are due not to the irregular thickness of the propria, but embrace only its surface in the form of microscopic depressions and elevations.

Particularly during the last two decades appropriate attention has been bestowed upon the relief of the digestive tract in general and also upon the micro-relief. Preeminent in this department are the above mentioned works by FORSELL and JACOBSHAGEN; the former primarily endeavours to elucidate the mechanism of the high- and level-reliefs of the human gastro-intestinal tract, whilst the latter is interested in the relief picture of the intestine in various representatives of the vertebrates. JACOBSHAGEN presents a clear survey of the results of his own researches in the relief and those of others in volume III of the work edited by Bolk, Göppert and others: „Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere“, 1937 (Rumpfdarm, pp. 563—724), and supplies them with numerous photomicrographic illustrations.

No such interest has recently been shown in the relief of the digestive tract of the domestic mammals. With the exception of a manuscript work (VAU, 1932) all the research work in the relief of the small intestine in domestic mammals comes from the end of the last or the first decade of the present century (SCHRIEVER, 1899; MARTIN, 1906; BUJARD, 1909; MATTHIAS, 1910). In the works just mentioned we find a rather detailed description of the micro-relief of the small intestine, but in view of the fact that the shape of the relief elements is frequently irregular, it is very difficult to obtain a correct idea of what they are like from a mere verbal text, for, with the exception of BUJARD's work, the relief has not been demonstrated photographically in surface-view elsewhere. Illustrations representing the surface relief of the gastro-intestinal tract spatially are missing also in ELLENBERGER's manual of microscopical anatomy (1909),

and, with very few exceptions, in MÖLLENDORFF's manual of human microscopical anatomy (1936), to say nothing of the textbooks of histology which follow these examples.

But the lack of appropriate illustrations which represent the relief plastically is not the only shortcoming of the earlier research works. There are many facts which entail a partial untrustworthiness of their descriptions, such as the macroscopic method of research employed by SCHRIEVER in studying the form of villi, the disregard of possible differences in the relief picture depending on the different parts of the intestine, or the age of the animal (young or adult), and presumably a deficient technique in the stretching of the intestinal wall or in the removal of the mucous covering. The actual study of the point in question shows that the abovementioned earlier works have failed to fix the relief picture of the gastro-intestinal tract with sufficient accuracy, a fact, which justifies its renewed treatment.

In the present work we do not propose to consider the relief problem comprehensively; we are primarily interested in the external shape of the relief elements, their number and approximate dimensions, mutual connections, positions with regard to the longitudinal axis of the intestine, etc., viz., the morphology of the relief elements. To help us to gain this knowledge is what these appended surface photos here aim at.

TECHNIQUE.

The technique employed in this work has been carried out with a view to obtaining: (1) the clearness of the relief elements, (2) their actual form and position, and (3) their sufficient visibility and fitness for microphotography.

The relief is concealed primarily by the mucus covering the mucous membrane of the stomach and intestine; its amount and viscosity vary even in the same species. In very rare cases one finds in the horse, carnivora and ruminants the mucous membrane almost free of mucus. For the most part, particularly in the pig, its removal is indispensable if we want to have a clear relief picture. Formerly attempts were made at a removal of the mucus from the intact surface of the intestine, viz., the epithelium, by employing a soft brush, a faint jet of water, or by rinsing it in water, or a saline solution, or a mucus liquefying solution (e. g.

carbonate of sodium). But this way of removing the mucus proves deficient for a more thorough cleaning of the surface of the mucous membrane. As it is very difficult to carry out a removal of mucus with a simultaneous preservation of the surface epithelium, in the present work the mucus was removed mostly together with the epithelium. There being almost no difference in the thickness of the surface epithelium at the tip or edge and the base of the micro-relief elements in the stomach and intestine, its removal brings no change in the general picture of the relief, but it does so as regards the dimensions of its elements (the width of the folds or septa, the thickness of the villi, the diameter of the gastric pits, etc.). This process, easily disencumbering the relief elements of mucus, also provides us with a picture in which not only the respective relations of the relief elements, particularly in their basal parts, but also the gland openings are rendered more clearly visible. The removal of mucus in this way usually requires that the intestine shall be left in an unfixed state for several hours. Yet the space of time between the desquamation of the epithelium and the disintegration of the stroma of the relief elements is comparatively long, and in a cool place the micro-relief in the intestine of the pig, for instance, will keep for many days.

In the wall of the digestive tract, especially in that of the intestine, when it is not prevented from contracting, the relief elements get so compressed, that their basal regions and their mutual connections become concealed. To avoid this it used to be customary to fix the fragment of the intestine in a stretched out state on a cork plate. As the course of the folds in particular depends essentially on the direction of the distension, the study of the true relief picture was rendered difficult. If the stretching out happens to be working disproportionately in one direction, the circular folds may turn out to be running spirally or even parallel to the longitudinal axis of the intestine. To avoid this BUJARD's method of effecting tension has been employed here, namely by filling the tied up stomach or intestine.

To attain a better visibility of the relief or a more pronounced photograph, the fragments of the digestive tract have been kept (from a few minutes to several days) in a 2—3 per cent. solution of chromic acid to which some acetic acid has been added to prevent shrinkage.

The actual preparation of the stomach or intestine under investigation was carried out in the following way. From the intestine the mesentery was removed and its length was measured. Then from the small intestine five segments c. 15—20 cm. long were cut out and filled with either tap water or weak (0,5 per cent.) formalin solution to distend their walls, and were placed, after being duly marked, for some hours in a c. 1 per cent. formalin solution. The first of the segments was taken from the initial part of the small intestine, which still remained connected with the pyloric part of the stomach, the third segment was from the middle of the small intestine and the fifth or the last one from the end of the ileum. The first and the second halves of the intestine were again halved by segments 2 and 4. Thus, if the small intestine measured 20 metres, every part taken for investigation was 5 metres away from the next. Along with the distended parts of the small intestine, in the pig and sheep also the segments which had been allowed to contract freely were submitted to investigation. The intestine of the sheep was filled without any pressure, that of the pig and the ox under a slight pressure which caused the macroscopic folds or the sub-mucosa relief to disappear, and that of the dog, cat and horse under hard pressure (100—150 mm. Hg). The preparation of the large intestine was carried out in a similar way. The number of the segments taken from it depended on the difference in the diameter of the various parts of the intestine, ranging from 3 in the cat to 10 in the ox. From the distended or undistended gastric wall ribbons along the great and small curvature, extending from the cardia or plicated border up to the pyloric orifice were cut out for investigation.

The sections of the intestine, which had remained filled for some time, were opened lengthwise and then the mucus together with the surface epithelium was removed by a comparatively strong jet of water, whilst the relief picture that was being disclosed was from time to time controlled by the microscope. For immediate examination the preparation can be stained for a very short time (few minutes) by 0,25 per cent. safranin. If the preparations are to be preserved or photographed it is more appropriate to keep parts of them fixed on the cork plates for some time in the abovementioned solution of chromic acid; the relief elements will stiffen here and their colour turns yellowish,

a tone, which is particularly suitable for fixing their picture photographically. The fragments should be placed in the solution of chromic acid with the free surface of the mucosa upwards. For a more suitable preservation of the fragments they can be fastened with a gelatine solution to a roughened glass and then kept in a glass jar filled with c. 2—5 per cent. formalin solution. To prevent the surface of the intestine from getting pressed, pieces of paraffin of suitable height should be fastened to the ends of the glass plates. The investigation of the relief picture is carried out in distilled water by a binocular microscope.

For easier comparison of the relief pictures from various parts of the gastro-intestinal tract and particularly for fixing the number of the relief elements, the more typical areas of most of the examined fragments have been photographed. Mostly a twentyfold magnification proved to be most suitable, because it enabled us to demonstrate quite clearly the relief elements from a relatively large area of the mucous membrane.

When the relief elements were counted in the photos, each gland opening, gastric foveola, or villus was dotted with ink. Only the number of villi in the small intestine was mostly fixed on the camera glass, where every villus was again dotted with ink to avoid any repetition in counting. The area (10 sq. mm.) in which the villi were to be fixed was marked off beforehand with pencil lines on the camera glass (the surface in question when enlarged 20 times equals on the glass $5 \times 8 \text{ cm} = 40 \text{ sq. cm.}$). Of course villi could be counted only in the areas where they stood regularly upright. In the case of young animals (kittens), whose villi have a different length and thickness, the number of the villi can be fixed if we remove their tips by a strong jet of water or in some other way. In most cases the villi were counted both on the mesenteric and the antimesenteric part of the intestinal wall. The material for the examination came from 3 to 10 representatives of each species.

THE STOMACH.

The infundibular or cylindrical depressions — the gastric foveolae with the openings of gastric glands in their bottoms and the interfoveolar septa or ridges are the micro-relief elements occurring in every part of the glandular

stomach. The interfoveolar septa grow thicker in the pyloric region where their protruding free edges become partly convoluted in the contracted stomach; they assume an appearance suggestive of the cerebral gyri or even resemble the low and stocky villi. Along with these conical elevations formed by the interfoveolar septa, the real villi gastrici which do not disappear through distension of the gastric wall occur in some species; they arise from the free edge of the septa.

Before we begin to describe the just mentioned gastric micro-relief elements, attention should be drawn to the notable alterability of their shape and dimensions dependent on the degree of contraction of the stomach. Thus a shortening of the glands, their lesser density, and a complete disappearance of the foveolae in the stomach of the dog, when closely filled with food, is described by HEIDERICH (1911). In his opinion the walls of the foveolae provide the reserve which helps to form the inner surface of the stomach in the case of considerable distension. JOHNSON (1913) states that a similar extensibility of the mucous membrane takes place in the stomach of the pig and cat, and GRETVE (1936) demonstrates a corresponding disclosure by two photomicrographs, representing sections of the mucous membrane from the stomachs of two cats, one empty and the other filled with food; the extended mucous membrane here proves to be about three times thinner, the density of the glands lesser and the foveolae gastricae almost gone, so that the gastric glands seem to open directly into the gastric lumen.

Our observations prove the truth of the just mentioned disclosure with the addition that the dimensions and, to a certain extent, the shape of the interfoveolar septa depend similarly on the degree of the distension of the mucous membrane. There are certain facts indicating that the micro-relief picture can be influenced not only by the distension or contraction of the gastric wall, but also by the changes of the turgidity of the mucous membrane; however, this fact can be fixed only by direct investigation in a living animal.

In view of all this there is no reason to doubt that the micro-relief elements of the stomach are preformed structures, which though they disappear under a possible great tension, reappear in the same place, in the same mutual connections, and in the former shape and dimensions when the tension has abated.

Now let us examine the micro-relief of the stomach of the domestic mammals, which up to now has been characterized in literature only in general remarks.

Taking into account a certain similarity in the micro-relief of the stomach common to species, we may examine the domestic mammals in three groups: (1) the carnivora, the dog and cat, (2) the pig and horse, and (3) the ruminants, the sheep and ox.

Of these the first group is characterized by comparatively large foveolae gastricae and an almost complete absence of the typical villi gastrici. The second group is characterized by the occurrence of the gastric villi, particularly in the pyloric part, and the third group differs from both the preceding ones by gastric pits of a very small diameter and a great density; unlike the second group, the villi gastrici are completely absent here.

THE DOG AND CAT. The micro-relief elements, the foveolae gastricae and the interfoveolar septa differ in the cardiac and the pyloric parts both in the contracted and the distended stomach; therefore we have to examine the relief picture in the just mentioned parts of the stomach here, as in other animals, separately.

The micro-relief of the surface of the stomach divested of the epithelium is, in the distended state, in the dog and cat to a great extent similar. When slightly distended the micro-relief of the cardiac and fundic regions resembles a honeycomb, the diameter of whose cells and the thickness of whose walls varies considerably. In a comparatively strongly distended stomach the interfoveolar septa nearly disappear, the foveolae become less closely dispersed, and the bottom of the pits together with the gland openings becomes visible. Under maximum tension only the sites of the foveolae in the shape of groups of gland openings remain fixed.

In the distended stomach the gastric pits when viewed from above look round or oval. Their respective sizes depend on the number of gland openings into them: the foveolae into which more glands open are larger than the pits with fewer glands. The commonest number of gland openings in the bottom of a foveola is 3—5 in the dog and cat (table I, fig. 2). Seldom are there more than 6 gland openings. In the region of a single foveola

the gland openings again group themselves, mostly by twos, being separated from other similar groups by a somewhat thicker partition. Presumably such groups of glands are to be regarded as isogenic, originating from a single stem gland. In many cases the septa between such groups are so prominent that it is difficult to decide whether the glands separated by them belong to a single or two foveolae.

The diameter of the foveolae varies with the degree of distension of the gastric wall, but to a lesser extent than the thickness of the interfoveolar septa. Under a slighter tension, which destroys only the macroscopic folds, the diameter of the majority of foveolae varies between 50 and 100 μ . The shape of the foveolae, owing to a diameter of more or less the same size both at the top and the bottom of the foveola, is cylindrical. The extent of variation in the thickness of the interfoveolar septa is much greater; when divested of the epithelium they measure in a freely contracted stomach in the part under consideration under 10 μ but in a strongly distended stomach their thickness almost equals the diameter of the foveolae (table 1, fig. 2). The depth of the foveolae, which in a contracted stomach reaches 200 μ , or even more, diminishes in accordance with the distension of the gastric wall. As stated above, under maximum distension the foveolae almost completely flatten in the cardiac half of the stomach.

The micro-relief of the epithelium-covered gastric surface in the contracted stomach is rather vague, particularly in the dog. The foveolae here mostly take a slit-like shape, and, owing to frequent confluence with the neighbouring pits, their number seems to be much reduced. Similarly the course of the interfoveolar septa becomes irregular, more or less convoluted, resembling to a certain degree the cerebral gyri (table II, figs. 2 & 3); their thickness is quite uniform, varying mostly between 40 and 60 μ . Unlike the relief of the pyloric region, not all the foveolae are concealed here by interfoveolar ridges, but some of them at least escape confluence. In the cat the confluence of the adjacent foveolae in the contracted gastric body (*corpus ventriculi*) occurs less frequently than in the dog; the interfoveolar septa here form a more or less even surface in which the foveolae appear in the shape of slit-like or irregularly angular punctures (table II, fig. 3). The pseudovillous surface-relief, which is sometimes noticeable in the pylorus, does not occur here.

We find a somewhat different micro-relief picture in the pyloric part of the stomach (*antrum* and *canalis pyloricus*). The difference becomes most distinctly apparent in the relief of either region of the stomach fixed under considerable distension. According to the micro-relief elements which occur or become apparent in either region we may call the corpus part an area of gastric foveolae, and the pyloric part of the stomach an area of interfoveolar ridges, since in the latter region the individual depressions are usually concealed by protruding ridges. The septa here are usually more convoluted and their thickness is a little greater (c. $75\ \mu$) than in the corpus. In some places or in the stomachs of some animals the interfoveolar ridges seemingly lose their continuity, emerging on the surface surrounded on all sides by slit-like depressions. Such derivatives of the septa are suggestive of low stocky villi. In this case the micro-relief picture appears granular (table II, fig. 7). A typically granular or pseudovillous relief picture is not to be found in every dog (depending possibly upon the degree of the turgidity of the mucosa), and in the cat it seems to be exceptional.

Only under a stronger distension of the gastric wall are the slits between the ridges replaced by foveolae and the flexuous course of the septa becomes straightened (table I, fig. 3 and table II, fig. 6). Here the foveolae have a diameter twice as long as in the corpus, and their depth is also much greater; this is particularly true in the dog, a fact, which renders the demonstration of the gland openings difficult here. In the cat the number of gland openings seems to vary here more than in the corpus region; up to 10 glands open here into a single foveola. The distension of the stomach is accompanied by the flattening of the free edges of the interfoveolar septa. In some animals or in certain parts of the stomach such a flattening is complete, elsewhere even under a considerable tension a few broadbased flat and low elevations remain at the point of the intersection of the septa, suggesting rudimentary villi. Their occurrence is not characteristic of all individuals, and, even if they occur, they disappear completely under a very strong distension, so that we cannot regard them as typical gastric villi; the term pseudovilli might be applied to them. Owing to their partial occurrence and the possibility of their disappearance we must regard them as functional, i. e. structures dependent on a certain degree of the contraction of the gastric

wall and possibly on the extent of the turgidity of the mucous membrane.

The transition of either class of relief into the other proceeds gradually with the boundary line in question lying mostly in the region of the gastric body. It is worth noting that the differing relief areas almost never fully coincide with the regions of the fundic and pyloric glands, or that the boundary line between different relief regions does not coincide with the boundary line between different gastric glands. The latter, as shown in a work done in this institution by KASK (1938), lies much nearer to the pyloric orifice than the boundary line of the relief types, approximately between the antrum pyloricum and the canalis pyloricus. Consequently the micro-relief picture is not suitable for fixing the extent of the fundic and pyloric gland regions.

In the freely contracted stomachs of the cat and dog the number of the gastric pits in 1 sq. mm. varies between 60 and 90 in the corpus region, being reduced twice as much or more in the pyloric part. The total number of the gastric pits extends in the dog (German shepherd, c. 8 months old) to a little over a million (1 266 000).

THE PIG AND THE HORSE. The micro-relief of these animals has a greater resemblance to that of the dog and cat than to that of the ruminants; with the former they have in common polyglandular foveolae, but the real gastric villi, characteristic only of the pig and horse, constitute the distinguishing feature between these two groups of animals. From the ruminants they differ in the polyglandularity of their foveolae as well as in the just mentioned occurrence of villi.

In the epithelium-covered and freely contracted stomach of the horse foveolae in the fundic region occur mostly as confluating fissures, but in the pyloric part of the stomach they are completely concealed or replaced by depressions which surround the villi occurring here (table II, fig. 8). Interfoveolar or interfissural structures appear in the fundic part in form of convoluted ridges, the free edges of the interfoveolar septa reaching the surface, and in the pyloric part as gastric villi rising from the edges of the interfoveolar septa. In a freely contracted stomach these processes lend a granular appearance to the surface of the mucous membrane of the pyloric region. The villi gastrici appear here as rounded, oval or ovoid structures, resembling grains of

rice with a varying diameter of about $100\ \mu$. The transition of either type of relief into the other is gradual, taking place in the small curvature in close vicinity to the plicated border and farther off in the large curvature. Here, as in the cat and dog, the vague boundary line of the relief types in question does not fully correspond to that between the fundic and pyloric glands.

A clearer character of the foveolae and the interfoveolar septa is revealed by the epithelium-freed and distended preparations which show that the foveolae in the fundic part are lower and of a less uniform size than those of the pyloric region. On the surface they generally appear irregular in shape, especially in the fundic region, and the larger are further subdivided by lower ridges. This last fact renders it difficult to fix their exact number. The number of gland openings in their bottoms is also highly variable, ranging from a few to over 10 in the long furrow-shaped foveolae. In the pyloric region the foveolae are so deep that their bottoms can hardly be seen from the surface; their shape is tubular. The free edges of the interfoveolar septa here form a base for the mostly tongue-shaped, short ($100\text{--}200\ \mu$) villi.

The micro-relief of the stomach of the pig differs most essentially from that of the horse in its regular, more or less round shape and the rather uniform diameter (of about $100\ \mu$) of the foveolae in the cardiac part of the stomach. By contrast with those of the horse and carnivora the foveolae of the pig in the region mentioned remain open (not compressed into a slit-like shape), and therefore clearly separated from one another even in a freely contracted stomach. The micro-relief of the epithelium-freed stomach of the pig in its cardiac part seems to resemble in its regularity the honeycomb more than is the case with any other domestic mammal. The number of foveolae in 1 sq. mm. of an undistended surface mostly amounts to 75—100. The usual number of gland openings in their bottoms is 2—4.

Between the cardiac relief region with very uniform foveolae and the pyloric part of the stomach, where the gastric villi occur, there is in the pig a large intermediate area characterized by a different relief picture. This region, very broad in the great curvature, gradually narrows toward the small curvature of the stomach, where it disappears. The epithelium-freed sur-

face of this region is represented on table II by fig. 5, which is a photograph made from an undistended specimen. As one may see, the foveolae here are very irregular in shape and size, containing from 1 up to 5 or more gland openings in their bottoms. They are separated from one another by very low ridges of variable thickness; a part of them does not anastomose completely with the others, thus rendering the separation of the foveolae in many cases only partial and the fixing of the exact number of the foveolae impossible. The transition of this intermediate region is gradual in both directions.

As in the horse, here too, the interfoveolar septa of the pyloric region are covered with gastric villi. For the most part the size of the tongued-shaped villi varies here more than in the horse, their diameter ranging from c. 50 μ to over 150 μ . In the contracted stomach their number in 1 sq. mm. amounts to over 100 (table I, fig. 4).

RUMINANTS: THE OX AND THE SHEEP. On the ground of the abomasal microrelief the ox and the sheep differ most characteristically from the above described domestic mammals. Owing to their very small diameter the foveolae from the undistended spiral fold appear in a microphotograph, prepared under twentyfold magnification, as very closely scattered dots (table II, fig. 4); their closer characterization is possible only under a stronger magnification. If viewed from above, the foveolae here look round, in the adult animals separated by a uniform distance from one another. In the younger animals (sheep under 1 year) double foveolae, with their contiguous flat sides separated by a thin septum, are to be found in varying numbers. Isogenic groups, consisting of a greater number of foveolae, seem to be absent. The diameter of the epithelium-freed foveolae varies in the region of the spiral folds from 20 to 30 μ in the sheep and from 30 to 50 μ in the ox, equalling approximately the thickness of the epithelium-freed interfoveolar septa. The foveolae of the sheep are thus considerably smaller than those of the ox. As the ensuing data show the density of the foveolae also differs considerably in these animals, being greater in the sheep.

Unlike other animals, there is no noticeable change in the relief pictures of the pyloric region of the abomasum, except the increased diameter of the foveolae and their lesser density in the sheep, especially on the sides of the gastric areas.

Density of gastric pits in ruminants.

Species	Part of abomasum	Area from which the number of foveolae has been estimated	Number of foveolae in 1 sq. mm.	Remarks
Sheep, male, 10—12 months old	Cardiac part of the spiral fold	0,7 mm ²	640	Mucous membrane undistended
Sheep, male, adult		0,7 mm ²	670	
Ox, female, calved 7 times		10 mm ²	145	
Ox, female, calved 9 times		10 mm ²	203	
Ox, female, calved 7 times	Pyloric part of the abomasum	5 mm ²	240	Mucous membrane moderately distended
Ox, female, calved 9 times		10 mm ²	152	

According to ELLENBERGER's (1911) data (p. 239) the inner surface of the abomasum in the ox equals c. 6240 sq. cm. and in the sheep 2000 sq. cm. If the average number of the foveolae in 1 sq. mm. of the whole gastric mucosa is taken as 175 in the ox and 600 in the sheep (a decline of their density in the pyloric part is taken into account in this animal) the total number of foveolae seems to be about equal in the abomasum of the ox and sheep, amounting to 110 millions in the ox and 120 millions in the sheep.

The depth of the foveolae cannot be fixed from a surface view, the more so because we cannot speak of the bottom of the foveolae as the level at which the gastric glands open. As a matter of fact, in ruminants we can speak of the gastric foveolae only comparatively; their real shape and relation to the gastric glands scarcely justifies it. As most of the foveolae here and particularly in the region of pyloric glands are associated with only one gland, whose diameter does not differ essentially from that of a tubular gastric foveola, it would be more appropriate to speak with reference to the sheep and ox of gland ducts instead of foveolae.

This conception is also justified by the examination of the microscopical sections. In the fundic region, for instance, the body of the gland is followed by a slightly wider gland duct, whose epithelium contains in the ox for the length of about 150—

200 μ numerous mitotic figures and some parietal cells which are characteristic of the neck part of the fundic glands in other animals. Both the mitotic figures and the parietal cells disappear only in the closest proximity to the gastric surface. The bifurcation of the gastric glands, which seems to occur oftener in the fundic region than in the pyloric part, usually takes place at the level between the gland body and its duct, or neck part, and only seldom in the close vicinity of the gastric surface. Accordingly most of the gastric glands in ruminants have their own gland ducts, a smaller number of them opens into a common duct by twos, and still more exceptional is the branching of the gland duct itself. Therefore it is impossible in ruminants to speak of the bottom of the foveolae or of a clearly defined boundary line between the foveolae and the gland ducts. With the foveolae are comparable only the upper parts of gland ducts, measuring about 100 μ in length; their epithelium is devoid of mitotic figures and those of their cells which are turning cylindrical carry supranuclear lighter parts.

This disclosure renders ELLENBERGER's (1911) controversial generalization, according to which at least 8 to 16 glands open into every gastric pit, as well as SAPPEY's (1894) schematic figures representing four fundic and four pyloric glands as opening into a single foveola of the ox incredible. Surely the pictures represented in SAPPEY's illustrations are to be regarded as exceptional and ELLENBERGER's assertion is invalid with regard to the ox and sheep. Besides, in the illustrations of ELLENBERGER's own work representing the gastric glands of domestic ruminants the branchings of the fundic or pyloric glands or of their ducts (fig. 233 excepted) are completely missing.

The interfoveolar surface of the stomach is smooth in the ox over all its extent, and in the sheep at least over the region of the spiral folds. Only in the pyloric part of the sheep, and exceptionally of the ox, can we find the interfoveolar septa ridge-shaped, overreaching the foveolar openings (table II, fig. 9). By distending the mucous membrane they also get smoothed down. We have not observed in our material from either animal the villiform structures mentioned by ROLLET (1871) and ELLENBERGER (1911) as occurring in the pyloric region of the abomasum of the ox.

THE SMALL INTESTINE.

The microscopical elevations in the small intestine of domestic mammals are of different kinds. Generally one can distinguish here between net-arranged or parallel running folds, occurring most characteristically in domestic ruminants, or lamellar structures of various types, peculiar to the pig and, lastly, the round cylindrical villi, covering the inner surface of the whole small intestine in the horse and domestic carnivora.

Their shape and dimensions are here also greatly variable, depending not only upon the degree of distension of the intestinal wall, but also upon the state of contraction of their own musculature. The numerical data, illustrating their dimensions, should therefore be regarded as only approximate.

THE SHEEP. The micro-relief of the small intestine of the sheep is not uniform over all its length, likewise the relief picture varies to a certain extent individually in the corresponding parts of the intestine. It is most constant or subjected to fewest individual variations in the duodenum and ileum; at the same time the micro-relief of the initial and end parts of the small intestine differ from each other to a greater extent than the relief pictures of the intervening segments between themselves.

Owing to essential differences in the investigated sections of the intestine, we are going to describe them separately.

In the initial part of the duodenum the free surface of the mucous membrane is covered with reticularly connected folds free from villi; the direction of the folds with regard to the longitudinal axis of the intestine is irregular. On the level of the pyloric orifice there is a narrow transitional zone, whose micro-relief is formed by a very delicate reticulum with irregular meshes resembling the gastric pits (table III, fig. 1, upper part of the illustration). A few cm. further the folds grow thicker and the meshes become wider, being partly divided by lower folds into still smaller chambers in which from 1 to 10 gland openings are located (table III, fig. 2). The sharpening free edge of the folds has a wavy outline, but the villiform elevations are generally missing in a distended duodenum. Still further away from the pylorus the secondary folds disappear in the bottom of the meshes, so that the latter become more or less even

(table III, fig. 4). The direction of the folds is not orientated here and their height varies even within the limits of a single mesh. Generally the folds bounding the meshes lengthwise are higher and of a more uniform height than the folds bounding the meshes at the ends. As in many places the folds come to an end becoming gradually lower without being joined to their neighbours, the meshes between them are often partly united with one another (table III, fig. 4). One can find only occasionally in the duodenum completely isolated parts of folds, resembling tongue-shaped or low cylindrical villi. The thickness of the folds and the diameter of their meshes varies noticeably according to the degree of the distension of the intestinal wall (compare figs. 3 & 4 in table III), and their height in the fixed preparations does not greatly exceed $200\ \mu$. The location of the gland openings at the bottom of the meshes is irregular in contrast with the posterior segments, where they are generally placed in a single row between the adjacent folds. Individual differences in the micro-relief of the initial part of the duodenum are not very essential.

At the beginning of the second quarter of the small intestine (segment 2) the relief picture is less uniform. Here again we find the folds but unlike those from the duodenum they possess a dentated free edge, resembling to a certain degree a blunt-toothed saw. The individual projections have a varying height and shape, but, as a rule, these broad-based leaf-like structures, standing at varying intervals from each other, are less high than the underlying folds. The relief picture here is further diversified by the degree of the mutual connection of the plate-like folds. In some animals, here too, the folds are reticularly connected, in which case their course is irregular (table III, fig. 5). In other cases we see the reticulum replaced by transversal or circular running folds of greatly variable length (up to 2 mm. or even more). They are partly furnished with crosswise running lower prolongations, which, springing from the circular ones and becoming gradually lower, come to an end, or entering into connection with adjacent circular folds enclose the transversally-oblong meshes. Between the circular folds the gland openings are mostly situated in a single row; if the folds are connected reticularly, this regular arrangement of the gland openings disappears.

In the middle of the small intestine (initial part of the third quarter, or segment 3) the relief picture also varies individually. As a rule, we find here thin, plate-like parallel folds, running transversally; from their free edge comparatively high (up to $100\ \mu$) broad-based leaf-like villi with rounded edges or sharp tips emerge. The folds themselves become lower ($50\text{--}100\ \mu$) than in the cranial segments (table IV, figs. 1 & 2), and their variable length sometimes reaches over 5 mm. The transversal anastomoses between the circular folds are mostly lacking. The broader of the villi are bifurcated.

Quite a different picture was found in two out of six investigated sheep in the intestinal segment just under consideration. The fold-like elevations were wholly absent here, being replaced by low conical villi, originating separately from the surface of the propria.

The greatest individual variability of the relief picture is found in the initial part of the fourth quarter of the small intestine. One can find here low conical or broad-based leaf-like villi arising independently from the intestinal surface (table IV, fig. 3), secondly short circular folds covered with low villi, and thirdly low reticularly arranged folds possessing no villi (table IV, fig. 4). A difference in the age of the animals probably does not solely account for these variations.

The inner surface of the ileum, i. e. of the final part of the small intestine, is covered with circular short plate-like folds between which the cross anastomoses are nearly always lacking, and from whose wavy free edges sometimes one or several low leaf-like villi take their origin. In some preparations, besides the short folds, low conical or tongue-shaped single villi occur in varying numbers (plate IV, fig. 5). Here, as in other parts of the intestine, the straightened course of the folds gets lost in the freely contracted fragments.

The relief picture exhibited here necessarily differs from that represented in earlier descriptions because those, with few exceptions, have not taken into account the possible variations peculiar to the various subdivisions of the small intestine. Thus according to SCHRIEVER (1899) villi-like structures are wholly lacking in the intestine of the sheep, being replaced by reticular ridges (Kämme), which should produce a relief picture resembling the reticulum of the ox. MARTIN's (1906) description, compris-

ing only a few lines, runs as follows: „Beim Schafe sind die Zotten kurz, breit und plump, in den meisten Fällen nur als Fältchen erhobene Zotten, oben meist mehr oder weniger stumpf-rund.“ Though he states that his characterization coincides with that of SCHRIEVER (1899), yet only the occurrence of villi is mentioned here. According to MATTHIAS (1910) the intestinal micro-relief of the sheep is formed by reticularly connected ledges (Leisten), whose edges owing to indentations resemble the tips of the villi (p. 19). BUJARD (1909) in his description identifies the relief elements of the sheep's intestine as lamellae, ridges (crêtes) and lined up filiform villi (villosités filiformes en séries). VAU (1932) has been trying to correct the earlier data in literature by examining as many intestinal segments as possible, but he has met with an insurmountable difficulty in the removal of the mucous layer; therefore he describes only the upper parts of the relief elements protruding out of the mucus.

From what has been said it is obvious that the inadequacy of the earlier data in literature has been occasioned primarily by the deficiency of the research technique. Actually the micro-relief of the small intestine varies considerably in the gastrocæcal direction, and when investigating only a certain part of it we are liable to go wrong if we attribute the disclosed picture to the whole of the small intestine. Besides, as we have seen, in the sheep the individual differences in the corresponding intestinal sections are quite considerable.

In MÖLLENDORFF's manual of human micro-anatomy, vol. V, part 3, PATZELT (1936) characterizes the relief of the small intestine in the sheep and other domestic mammals on the ground of the data provided by SCHRIEVER (1899) and MARTIN (1906).

THE OX. In the ox the micro-relief of the small intestine is of all the other domestic mammals nearest to the sheep, but yet, as the ensuing description will show, it differs from it in many respects.

As in the sheep, here too, the relief picture varies considerably in different sections of the intestine and also individually. In the ox the intestinal micro-relief is composed of folds of variable length, position and reciprocal connection, and villi-like projections of varying shape and dimensions arising mostly from the free edges of the folds.

The initial part of the small intestine is characterized by folds of varying height and thickness, the run of which is generally curved. The round, oval or irregular eyes closed in by the folds are of greatly varying size. The relief picture characteristic of this region is represented by table V, fig. 1. The folds in the epithelium-freed preparations have a sharpening wavy free edge which in some places appears irregularly dentated. The narrow-based villous structures seldom occur here. Amongst the less densely lying folds we often find places where the rounded or oblong groups of closely anastomizing folds are separated from one another by comparatively wide (up to 500 μ), flat-bottomed furrows (table V, fig. 1). The latter are pierced through by many rows of gland openings, but in the very vicinity of the pyloric orifice such furrows may be devoid of glands, a picture, characteristic also of the sheep (table III, fig. 1). Frequently such flexuous furrows anastomose, dividing the areas covered with folds into smaller fields of varying extent. In the above mentioned densely anastomizing groups of folds eyes of varying sizes, with one or many propria glands opening into them, resemble to a certain degree the gastric foveolae. In the case of uniglandular eyes the gland seems to be opening into the ridge of the fold. In the immediate vicinity of the pyloric orifice the folds become thinner and lower and their connections closer.

The relief picture described is peculiar solely to the initial part of the small intestine and does not recur in any posterior section of the intestine investigated. Yet it does not seem to coincide in area with the region of the duodenal glands, for the relief picture described is superseded by a different one a few centimetres away from the pyloric orifice, a relief that is peculiar to the initial portion of the second quarter of the small intestine.

The micro-relief of the initial part of the second quarter of the small intestine has no such peculiar character by which the just mentioned section of the intestine could be distinguished from other subdivisions of the small intestine, except the initial part of the duodenum and the ileum. Only its picture is more constant than that of the beginning of the third or fourth quarter of the intestine.

Here again the relief elements are represented by folds whose free edge is serrated and which by contrast with the initial part

of the duodenum have a more or less straight course, the longer of them being situated transversally. The eyes between the folds are angular in distended preparations and the longer of these are situated transversally with the longitudinal axis of the intestine. The gland openings in the bottom of the eyes or meshes lie in one or two rows (table V, fig. 2). A certain regionality, displayed in the run of the folds and their mutual anastomoses, is a common feature here. Beside the regions, whose relief is mainly formed of the folds running transversally and furnished with free ending or anastomizing branches, there are areas in which the run of the folds is less orientated, sometimes zig-zag, with the eyes between them smaller owing to more frequent anastomoses. This difference does not seem to depend on the occurrence of lymph follicles, for both areas, when transilluminated, appear equally translucent. The tongue-shaped or low conical solitary villi, arising directly from the surface of the propria are seldom to be found here.

In the middle of the small intestine again folds are the micro-relief elements, but their anastomoses here are casual. The greater part of the folds in almost all the animals investigated (10) is separate here. The length of the folds varies everywhere, from very short ones resembling tongue-shaped solitary villi or lamellae to longer ones measuring over 5 mm. As a rule the longer folds are situated transversally and the shorter ones mostly have a longitudinally directed base. Owing to the partial connections of the folds many of them appear bifurcated (table V, fig. 3). The wavy or low-toothed free edge of the folds is only exceptionally covered with clearly separated villi, in which case the picture rather resembles that of the sheep (table IV, fig. 2). In the ox the elevations of the free edges of the folds are generally low, seldom rising in a slightly distended wall of the intestine to the height of the fold itself. The gland openings between two adjacent folds are in one or two rows.

The micro-relief picture of the initial part of the fourth quarter of the small intestine varies individually more than that of the cranial sections, being at the same time more closely related to the relief of the second quarter. By comparison with the middle part of the intestine the anastomoses of the folds occur oftener here, presenting for the most part the picture shown in fig. 4 table V.

The final part of the small intestine is charac-

terized by parallel folds running circularly, covered with conical villi (table V, fig. 5), or having only a wavy free edge (table V, fig. 6), and by tongue-shaped or conical solitary villi arising directly from the surface of the propria. Commonly only one of the just mentioned relief variations is to be found in the same animal. The longitudinally arranged short folds or lamellae connecting the circular ones are almost completely absent here. The distance between the adjacent folds is the same as in the preceding sections. The villi arising directly from the propria seem regularly to be separated from their neighbours by a single row of gland openings (with about 3—5 gland openings for every villus).

If we compare the description presented here with the data in the literature relating to this matter we are here, as in the case of the sheep, inevitably faced with discrepancies. Thus SCHRIEVER (1899), HILTON (1902), MARTIN (1906) and MATTHIAS (1910) characterize the micro-relief elements of the small intestine in the ox as villi, which according to SCHRIEVER's assertion are "more slender and longer than in the horse". At the same time the abovementioned authors provide us with numerical data concerning the dimensions and the number of villi. One is led here to the conclusion that these authors have described only parts of the relief elements protruding from the layer of mucus. The most appropriate identification of the relief elements under consideration is given by BUJARD (1909), which, though in general terms, has fixed the variations of the relief picture in the main subdivisions (duodenum, middle of the small intestine and ileum) of the intestine.

THE MICRO-RELIEF OF THE SMALL INTESTINE IN THE SHEEP AND THE OX IN GENERAL. Having regard to the zoological relationship and to the resemblance in nutrition of the species under observation, the far-reaching similarity in the micro-relief of their small intestine is to be regarded as natural. In both species the fundamental forms of the micro-relief elements are the reticularly arranged folds; the cross anastomosis between them partly disappears in the middle of the small intestine and almost completely in the ileum. The breaking up of this network is primarily brought about by a partial or complete reduction of the longitudinally running folds, but it is completed to a certain extent also by a partial retrogression of the circular folds, especially in the middle of the intestine and in the ileum. At the

beginning of the fourth quarter of the small intestine, at least in some individuals, the anastomoses become again more frequent, but in the ileum the reticulation of the folds is completely absent. The longitudinal folds have disappeared here almost without exception, and to a very varying extent reduction has also affected the circular folds; thus here, in the sheep as well as in the ox, we find in one individual circular folds with a wavy free edge, in another circular folds covered with leaf-like or sharp conical villi, and finally in a third separate leaf-like or conical villi.

The abundance of villi and their development seems to be in a certain reciprocal relation with the degree of the retrogression of the reticulation of the folds: in the initial part of the intestine, that is, in the region of the reticularly arranged folds we mostly find only a few low villi arising from the free edge of the folds; their highest degree of development is attained in the middle of the small intestine, particularly so in the sheep (table IV, figs. 1 and 2) and in the ileum. No part of the small intestine is characterized by a complete absence of villiform projections. Owing to the differing shape and dimensions of the villi and, on the other hand, to their almost unexceptional connection with the folds, it is impossible to fix their exact number, or this may be conceivable only in the ileum of such individuals whose villi are regularly separated from one another.

The villi of the ruminants are predominantly leaf- or tongue-shaped with a base running parallel to the corresponding fold. In the ox they are generally less developed than in the sheep.

The fold-relief, whose various modifications are encountered in the domestic ruminants, occurs in the mammals only as an extreme exception (according to JACOB SHAGEN, 1937), in the mole and some insectivorous chiropters. On the contrary, the fold-relief is very common in amammalia, where the relief picture also often varies in the subdivisions of the intestine.

The gradual change in the relief picture of the ruminants, revealed in the reappearance of the net-arranged folds at the beginning of the fourth quarter of the intestine, after they have been replaced by the parallel running solitary folds already in the middle part of the intestine is interesting and demands further elucidation. If these conditions were confirmed on more comprehensive material, this phenomenon would serve as a valuable addition to the elucidation of the evolutionary mechanism of the

relief forms; in any case the intestine of the ruminants seems to be a very appropriate object for that purpose, for the development of the relief elements proceeds here quite differently from that of other animals: the folds, occurring in the early embryonic stage, are later replaced throughout the whole extent of the small intestine by finger-shaped villi, which in their turn are postnatally again replaced by the fold-relief.

The areolar variations of the relief picture which occur to a certain extent in all the described subdivisions of the intestine are notable in the intestines of the ruminants. Generally the relief is greatly modified at the level of solitary or aggregated lymph nodules, but we are not concerned with these differences in the present paper. Along with it the areolar variations of the relief occur also in places where the structure of the propria appears to be uniform, judging by the transillumination of the intestinal wall. Such a variation cannot be explained by its areolar relation to the mesentery, nor can it be explained by the differences in the degree of distension in the wall of the intestine; it might rather be regarded as corresponding to the relations in which such different areas stand to the macroscopic folds of the Kerckring relief. But in such an assumption a preformation of the Kerckring relief is implied, an implication which is not borne out by the results of various investigations (GRETVE, 1936).

THE PIG. The material of the pig we had at our disposal came mostly from animals of bacon age (79 kg. and upwards). Yet, taking into consideration the general similarity of the relief picture between the younger and older animals investigated, it may be inferred that the relief form found here coincides with that of adult animals, or, what is the same, that its evolution is completed already during the earliest postnatal months.

Generally the micro-relief of the pig's intestine is subject to greater variations, both individually and in the subdivisions of the intestine, than in any other of the domestic mammals investigated.

The micro-relief is composed here of sharp-edged, plate-like or lamellar folds of varying length, run and mutual connection. The similarity between the relief pictures from the intermediate segments (2, 3 and 4) of the intestine is greater than that between them and the micro-relief of either the duodenum or the ileum. The widest difference is revealed by the comparison of the duodenum

with the ileum; the relief picture is most complicated in the former, and most regular and simple in the ileum. The simplification of their shape and the straightening of their course toward the sharp, wavy free edge is characteristic of the relief elements just mentioned. In the basal parts of the folds their shape becomes greatly irregular owing to a varying number of thin triangular side-plates attached to the main lamella transversally. In the initial part of the small intestine these side-plates attain the highest degree of development, but in the ileum they are almost completely missing (table VI, fig. 5). The conical or cylindrical villi, arising independently from the surface of the propria, are exceptional relief elements in the small intestine of the pig. The pointed tongue-shaped villi (of which we see three in fig. 2, table VI) are more frequent, and still commoner are round-edged, leaf-like lamellae, particularly in the ileum (table VI, fig. 5). The sharp, conical villiform prolongations, which take their origin from the free edge of the plate-like folds (shown in figs. 1 & 4, table VI), were represented in our material in all parts of the small intestine except the ileum only in two pigs (of 79 and 230 kg.); in the other three pigs of intermediate weight they were lacking, being replaced by a wavy or blunt-toothed, sharp, blade-like edge.

Further structures, peculiar only to the pig, though not occurring in all individuals, are the round or oval, cylindrical depressions in the folds, or more frequently in their anastomizing points with a diameter of 100—200 μ ; the gland openings at their bottom, owing to their great depth, are invisible. On removing the wall of such foveolae, we find that 3 or more propria glands open into them. At the point of those depressions the fold gets broader, resembling the picture we get if we press a round pencil into the ridge of a fold made of plasticine. Although they have a certain similarity to the meshes, bounded by the circularly anastomizing folds (ring-folds), also occurring in the pig, one can as a rule easily identify them as being mostly related to a single fold. A few less regular circularly connected folds are seen in fig. 2, table VI.

The mutual connections of the lamellar folds can be seen most markedly in the duodenum. The meshes bounded by the greater, higher and thicker folds are mostly subdivided by thinner and lower ones. Thus we may here speak of two networks, of which the one with slighter folds and lesser meshes takes a basal

position in relation to the greater lamellae. In the posterior parts of the intestine the slender basal folds are missing or are represented by slight side prolongations of the main lamellae.

The shape of the larger folds varies in the duodenum individually and in area; beside the picture presented by fig. 1 in table VI, we find elsewhere a network of folds with smooth edges, or even one with small and round eyes, resembling the picture given in table VI, fig. 6. A different relief, consisting of more closely connected thinner folds without any definite orientation, often is found on the ridges of the Kerckring folds.

The relief elements of the initial parts of the second, third and fourth quarters of the intestine consist of lamellar folds of varying length and shape, richly ramifying in their basal parts (table VI, figs. 2, 3 & 4). The picture is suggestive of a network, the partial retrogression of which has taken place not in the anastomizing points of the reticulum, as is the case with ruminants, but in the middle between the adjacent knots. Along with such sharp-edged ramifying folds, leaf-like lamellae, furnished with very delicate side projections in their basal parts, or even a regular network of folds, may be found. The degree of anastomosis varies even in one and the same fragment in area.

The most constant relief picture is found in the ileum. Outside the Peyer plates there are short folds or leaf-like lamellae with rounded edges (table VI, fig. 5). Between them anastomosis is missing almost completely, and so the side-projections have also disappeared. Their arrangement is more regularly transversal than in any cranial part of the intestine. Fig. 6 in table VI gives us the picture of an exceptional relief variety, which resembles duodenal or even pyloric relief; as it occurs only in certain areas and not in all individuals, it is not to be regarded as typical of the ileum.

Individual variations of the micro-relief are displayed by the degree of anastomosis or fragmentation of the folds, their varying thickness and the shape of the free edge. Generally there are individuals with a very pronounced reticulation of the thin folds nearly all over the small intestine except the ileum (pig, 90 kg.) and others, whose relief is made up of richly ramifying lamellae, separated from one another. Likewise the villiform projections attached to the ridges of folds or lamellae do not occur in all

individuals. To what degree the individual variations are to be regarded as racial or dependent on the nutrition or some other circumstance has not been elucidated by our material.

The gland openings are located between the folds or lamellae with apparent irregularity. Only in the duodenum do they appear exceptionally to open in the ridge of the folds. It is difficult to fix their number as they are partially concealed by the ramifying folds, even in the distended intestine.

As the above description and the appended microphotos show it is impossible to fix the number of microscopic elevations in the small intestine of the pig, except the solitary short folds or lamellae in the ileum.

The most characteristic feature in the small intestine of the pig differentiating it from the domestic ruminants (sheep, ox) is the intense ramification of the basal parts of its relief elements and the more irregular course of the latter. A greater similarity in the micro-relief of the intestine of the pig and domestic ruminants can be found in the ileum.

SCHRIEVER (1899), MARTIN (1906) and MATTHIAS (1910) characterize the micro-relief elements of the small intestine in the pig as villi united basally. Nearer to our observations comes BUJARD's (1909) characterization.

THE HORSE, DOG AND CAT. The horse with the domestic carnivora has a more regular micro-relief of the small intestine, than any other domestic mammal. Individual variations in the shape of relief elements in the species are scarcely perceptible as well as those in different subdivisions of the intestine. Hence the data in literature relating to this matter generally concur, agreeing at the same time with the actual picture, a fact which renders a more detailed description superfluous here.

In the species mentioned the digitiform villi occur throughout the whole extent of the small intestine (table VII, figs. 1, 2 & 3). With the exception of the initial part of the intestine they occur in a regularly cylindrical shape, and only in the duodenum, particularly in the dog (table VII, fig. 2), and in a lesser degree in the cat; we find along with them to a varying extent flattened villi arranged with their longer diameter transversally, especially, if they occur in larger numbers. In the duodenum of the cat the flattening of the villi occurs mainly in their basal parts. Generally they have a uniform length and upright position, so that they

are not partially concealed by the others as is the case with new-born kittens or other animals, where the variation in the length and diameter of the villi is very great. In adult animals the length of the villi is approximately 1 mm. in the dog and cat and 0,5 mm. in the horse (fixed material). In the subdivisions of the small intestine their length does not vary considerably, except in the initial part of the duodenum where they are shorter.

The number of villi, presented in the following table, can be fixed more objectively than their dimensions.

Number of villi in the small intestine of the horse, dog and cat.

Species	Total surface area of the distended small intestine in sq. cm.	Number of villi in each 10 sq. cm.	Total number of villi in the small intestine
Horse, castrated male, 14 years old	31 600	120—210	47 400 000
Horse, female, 19 years old	48 720	101—118	52 714 000
Dog, male, 7—9 months old ¹	2 107	72—89	1 735 000
Dog, male, 14 years old ²	1 100	110—125	1 276 000
Dog, male, 15 years old	1 352	111—122	1 578 000
Cat, female, 1 day old . .	69	375—466	306 000
Cat, male, 8—9 months old	595	120—185	984 000
Cat, male, 4 years old . .	884	100—183	1 285 000

As may be seen, the number of villi is smallest in the cat (1 285 000), a little greater in the dog (1 276 000—1 735 000), and greatest in the horse (47 400 000—52 714 000). In the same species the greater number of villi corresponds to the greater intestinal surface. With regard to the subdivisions of the intestine

¹ The total number of propria glands, or more properly, the number of their bottoms or blind ends reaching the granular layer in the small intestine of the same individual was 25 110 000.

² The total number of the gland openings in the small intestine of the same animal was 6 655 000 and in the large intestine 2 148 000.

the density of villi varies, being in the cat and dog smallest in the duodenum and greatest in the intermediate segments of the intestine. In the new-born cat the total number of villi is about 4 times smaller than in the adult animal, but the density is greater here. The numbers of intestinal villi in the dog given by HEIDENHAIN (1888) and MALL (1888) agree with the presented data.

The gland openings are located between two adjacent villi in a single row. Their exact number can be estimated only if the villi are removed. In the dog their total number in the small intestine amounts to over 6 millions thus exceeding the number of villi fivefold, or for every villus there are 5 gland openings. Their density does not seem to differ essentially from the density of gland openings in the large intestine of the dog: in a distended small intestine there are in every 10 sq. mm. 450—665 and in the large intestine 420—670 gland openings. The number of gland openings in the small intestine of the dog does not equal the number of gland bottoms of which there are about 3—4 times as many. Thus, for instance, a 7—8 years old boxer had in a preparation from the middle of the small intestine in the same area of 10 sq. mm. 90 villi, 450 gland openings and 1100 gland bottoms. To fix the latter figure the glandular layer was separated from the rest of the intestinal wall, and the glands were photographed from such a preparation by transillumination or by reflected light. This discrepancy in the number of gland openings and gland ends, or bottoms, points to the ramification of the propria glands in the small intestine of the dog, indicating at the same time that the exact number of the propria glands cannot be fixed in microscopic sections.

THE LARGE INTESTINE.

The micro-relief of the large intestine in all domestic mammals consists of a smooth surface diversified only by the numerous gland openings in it (table VII, fig. 5 & 6). The surface elevations, villi or anastomizing folds, peculiar to the species in prenatal life, have disappeared without trace by the time of birth or soon after it, and so has the linear arrangement of the gland openings. Similarly the number of double-openings belonging to the isogenic glands decreases gradually and becomes wholly absent in adult individuals. Fig. 5 in table VII shows some of them. In the

adult animals the gland openings are dispersed uniformly, being placed at an equal distance from one another.

The interval between the gland openings increases concurrently with the distension of the intestinal wall. On the surface of the epithelium-freed large intestine the diameter of the glands, or the spaces occupied by them, generally equals the thickness of the stroma separating the adjacent glands, but variations are very considerable in different sections of the intestine. The gland openings and the spaces occupied by the glands are regularly round, and only in the carnivora under a strong distension of the intestinal wall does their shape become angular. The picture of such a distended mucous membrane resembles a honeycomb.

The density of gland openings varies both individually and in the subdivisions of the intestine; the variation between the species appears less characteristic. In the strongly distended large intestine of the cat their number in 10 sq. mm. ranges from 500 to 1000, being greatest in the initial part and declining in the caudal direction. Also in the distended intestine of the dog in the aforesaid area their number ranges from about 450 to 750. In the undistended large intestine the density of the gland openings proves to be greatest in the sheep (500—1600), in the ox and pig their number amounts at most up to 1000, and in the horse their number fluctuates in the proximity of 1000, being in the sheep, pig and horse a little smaller in the caecum and the rectum than in the intermediate parts.

The total number of gland openings in the large intestine, a matter concerning which more detailed data have been presented elsewhere (TEHVER and REMMEL, 1939), averages 1,6—2,3 millions in the cat, 2,1—4,7 millions in the dog, 40—50 millions in the sheep, c. 90 millions in the pig, 107—154 millions in the ox and about 200 millions in the horse.

SUMMARY.

In the present paper the shape, approximate dimensions, relative, or total number, and the mutual connections or relations of the micro-relief elements of the gastro-intestinal tube of domestic mammals (horse, ox, sheep, pig, dog and cat), as revealed by surface examination, are described and demonstrated photographically.

In the stomach ribbons of the mucosa cut out along the great and small curvatures, extending from the cardia or plicated border to the pyloric orifice, were examined. In the small intestine short segments of the intestinal tube, originating from the initial part of the duodenum, from the ileum and from three intermediate parts, separated from one another by equal distances were subjected to investigation. In the large intestine the material for investigation came at least from every anatomical subdivision. Material from 5 to 10 animals of each species was used.

The micro-relief elements of the stomach proper, gastric foveolae, interfoveolar septa and gastric villi differ greatly in various species of domestic mammals. They are all represented simultaneously only in the pyloric part of the pig's and horse's stomach.

The gastric villi arising from the free edge of the interfoveolar septa are completely absent in the abomasum of the ruminants and may occur in domestic carnivora only exceptionally in form of functional structures, disappearing if the mucous membrane is distended.

The foveolae, mostly slit-like in a freely contracted stomach, are polyglandular in domestic carnivora, the horse and pig, but predominantly uniglandular in ruminants where they resemble the long tubular ducts of simple or occasionally branching gastric glands. The foveolar openings are partly concealed in the epithelium-covered mucosa of a freely contracted stomach by the protruding interfoveolar ridges, especially in the pyloric region. Only in the cardiac part of the pig's stomach do they seem to retain their regular shape, resembling the cells of the honeycomb. The depth and the diameter of the foveolae gradually increase towards the pyloric region, except in the pig, where they grow shallower in the intermediate part of the stomach. Their density, varying according to the distension of the mucous membrane, is greatest in the ruminants, where the number of the foveolae or gland openings averages in the undistended spiral fold of the sheep's abomasum c. 650 and in the ox from 145 to over 200. Generally their density decreases towards the pyloric orifice. The total number of gastric pits amounts in the ruminants to a little over 100 millions and in the dog to a little over 1 million. In the pig and horse their total number cannot be fixed with sufficient precision owing to their partially incomplete separation in the

intermediate part and owing to the closely placed gastric villi, concealing the foveolar openings in the pyloric part.

As regards the microscopic elevations in the inner surface of the small intestine, the domestic mammals are divisible into two groups, one of which, comprising the horse, dog and cat, has typical finger-shaped villi and the other, consisting of the ruminants and the pig, has a greatly varying relief picture, composed of reticularly arranged or separate folds, thin lamellae, or solitary villi of different shape.

The micro-relief picture peculiar to the adult ruminants and the pig differs in various subdivisions of the small intestine; generally such a change is brought about by the loosening of the network formed by the folds or lamellae and by the gradual fragmentation of the latter in the direction of the ileum. The mutual connections or anastomoses of the relief elements are accordingly most numerous and complicated in the initial part of the small intestine, and least developed at its end. Only in the initial part of the fourth quarter of the small intestine does one often see a reappearance of the network which was already loosened in the second and third quarters of the same animal. The transversal orientation of the folds or lamellae becomes more apparent in the middle or in the caudal parts of the small intestine. The conical or leaf-like projections arise in these animals generally from the free edge of the folds or lamellae, and only in the posterior parts of the intestine, where the fragmentation of the lamellar structures has turned them into tongue-shaped, leaf-like or conical villi, do they arise directly from the free surface of the propria. The gland openings are situated between the microscopical elevations and only in the pig can one find them exceptionally in the ridges of low folds.

In the species with cylindrical villi (horse and carnivora) the relief picture is quite uniform throughout the small intestine, except at its beginning where flattened villi occur in carnivora. The total number of villi in the small intestine of the horse is about 50 millions, in the dog from 1,3 to 1,7 millions and in the cat about 1 million. The total number of gland openings in the small intestine of the dog is over 6 millions. The increase in the number of relief elements (villi, gland openings) is not terminated at the time of birth.

The large intestine of all the domestic mammals presents

quite a uniform picture, being devoid of villi; the gland openings are dispersed evenly, without definite arrangement in adult animals. The density of the gland openings in the large intestine of the ruminants and the pig is greater than it is in the small intestine of the same species. Their total number has been estimated in all species of domestic mammals.

The differing relief picture found in the lymph follicles has not been dealt with in the present paper.

/

REFERENCES.

1. Bujard, E. (1909): Etudes des types appendiciels de la muqueuse intestinale, en rapport avec les régimes alimentaires. Morphologie comparée. Sitiomorphoses naturelles et expérimentales. Intern. Monatschr. f. Anat. und Physiol., Bd. 26.
2. Ellenberger, W. (1911): Der Verdauungsapparat. In: Ellenberger, Handbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere, Bd. 3. P. Parey, Berlin.
3. Forssell, G. (1928): Normale und pathologische Reliefbilder der Schleimhaut. Verh. Ges. Verdauungskrrh. Thieme, Leipzig.
4. Grettve, S. (1936): Morphologische und tierexperimentelle Studien über das Schleimhautrelief des Magen-Darmkanals. Acta Radiol., Suppl. 31.
5. Heidenhain, R. (1888): Beiträge zur Histologie und Physiologie der Dünndarmschleimhaut. Pflüger's Archiv, Bd. 43, Suppl.
6. Heiderich, F. (1911): Zur Histologie des Magens. I. Das Oberflächenepithel. Anat. Hefte, Bd. 43.
7. Hilton, W. A. (1902): The morphology and development of intestinal folds and villi in vertebrates. Amer. Jour. Anat., vol. 1, 4.
8. Jacobshagen, E. (1937): Grundzüge des Innenreliefs vom Rumpfdarm der Wirbeltiere. Anat. Anz., Bd. 83.
9. Jacobshagen, E. (1937): Mittel- und Enddarm (Rumpfdarm). In: Bolk, Göppert, Kallius und Lubosch, Handbuch der vergl. Anatomie der Wirbeltiere, Bd. 3.
10. Johnson, F. P. (1913): The effects of distension of the intestine upon the shape of villi and glands. Amer. Jour. Anat., vol. 14.
11. Kask, A. (1938): Das Relief der Magenschleimhaut einiger Haussäugetiere. Akad. Loomaarstit. Seltsi Aastaraamat II. Tartu.
12. Mall, J. P. (1888): Die Blut- und Lymphwege im Dünndarm des Hundes. Abh. math.-physik. Classe der Kgl. Sächs. Gesellsch. der Wissenschaften zu Leipzig, Bd. 14, 3.
13. Martin, F. P. (1906): Vergleichend-histologische Untersuchungen über den Bau der Darmwand der Haussäugetiere. I. Mitteilung: Über Gestalt, Lage und Länge der Darmeigendrüsen und der Zotten, sowie der Membrana propria. Arch. f. wiss. und prakt. Tierheilk., Bd. 32, 3.
14. Matthias, W. (1910): Vergleichende histologische Untersuchungen über den Bau der Darmzotten und Versuch einer Berechnung ihrer Oberfläche bei verschiedenen Haustieren. Diss. Bern.
15. Patzelt, V. (1936): Der Darm. In: Möllendorff, Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen, Bd. 5, 3.

16. Plenk, H. (1932): Der Magen. In: Möllendorff, Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen, Bd. 5, 2.

17. Rollet, A. (1871): Bemerkungen zur Kenntnis der Labdrüsen und der Magenschleimhaut. Untersuchungen aus dem Institut f. Physiologie und Histologie in Graz, Heft 2.

18. Sappey, C. (1894): Traité d'anatomie générale, p. II. Paris.

19. Schriever, O. (1899): Die Darmzotten der Haussäugetiere. Diss. Giessen.

20. Tehver, J. (1938): The micro-relief elements of the digestive tract in domestic mammals. Vet. Medicine, no. 4.

21. Tehver, J. and N. Remmel (1939): Über die Zahl der Dickdarmdrüsen bei den Haussäugetieren. Zeitschr. f. mikr.-anat. Forschung, Bd. 45.

22. Vau, E. (1932): Histoloogilisi uurimusi koduimetajate peensoole dimensionaalsetest ja struktuursetest erinevustest. Manuscript. Estonian.

EXPLANATION OF FIGURES IN TABLES I—VII.

All the illustrations appended to this work are unretouched micro-photos prepared by the author himself. The magnification rates used are 7,5 (scale A), 20 (scale B) and 80 (scale C). With the exception of figs. 5 & 6 in table IV and fig. 4 in table V all the others have been prepared with reflected light, the exceptions by transilluminating the preparations.

Tables I and II represent the micro-relief of the stomach from all domestic animals, tables III & IV — micro-relief pictures of the small intestine of the sheep, table V — those of the small intestine of the ox, table VI — those of the small intestine of the pig, and table VII represents besides the villi of the small intestine of the horse, dog and cat also the micro-relief of the large intestine in two photos.

TABLE 1.

The relief elements of the stomach (and oesophagus): gastric foveolae, interfoveolar septa and gastric villi.

Fig. 1. Epithelium-covered surface of the mucous membrane of the oesophagus in the neighbourhood of the pharynx. Dog, male, 7—9 months old (German shepherd, mixed breed). Magnification 20 x.

The epithelium, even on its free surface, is pierced through by the irregularly placed openings of the gland ducts, which owing to their mucous content, stained electively by thionin solution, appear here as black rounded dots. The density of these openings increases toward the cardia. Their total number in the same dog amounted up to about 40 000. The unevennesses of the propria are disguised here by the surface epithelium, therefore their relief pictures are not derivable from one another, as happens in the glandular part of the stomach and intestine where the thickness of the epithelium is uniform.

Fig. 2. The micro-relief of the dog's stomach (large curvature c. 5 cm. away from the cardia). Gastric wall strongly distended. Mucous membrane epithelium-freed. Dog, male, 8 years old. Magnification 80 x.

The foveolae, resembling the foot-prints of a cat, are very low owing to a strong distension, and therefore their bottoms, mostly pierced through by 3—5 gland openings, are well visible. The interfoveolar septa have become thick and even on the free edge. The micro-relief of the distended mucous membrane from the corpus of the cat's stomach resembles this picture almost completely.

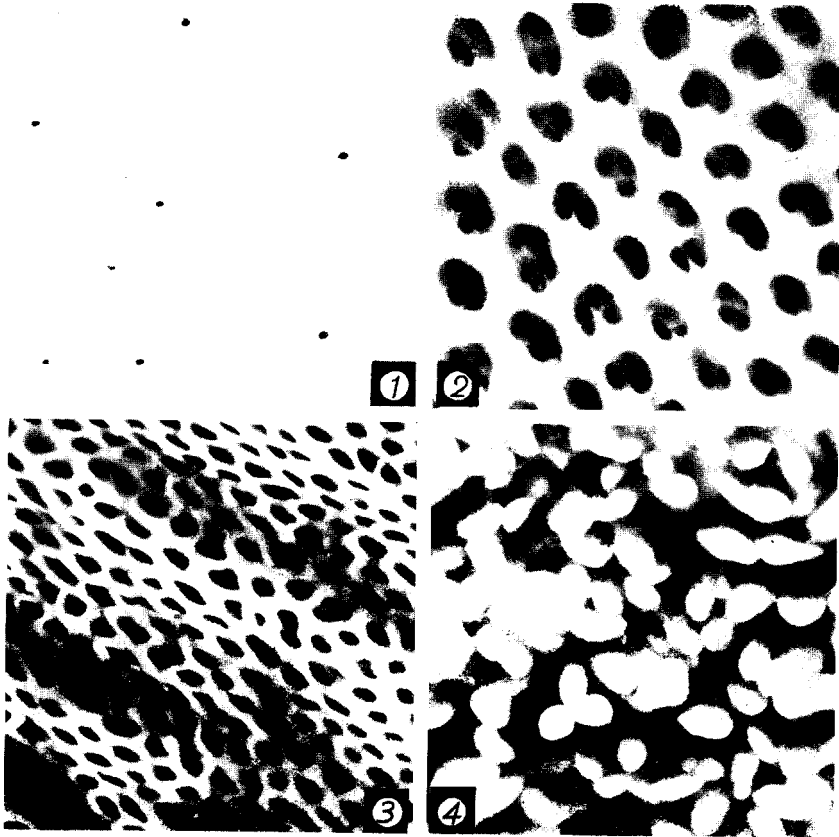
Fig. 3. Slightly distended epithelium-freed mucous membrane from the pyloric canal of the dog. Dachshund, male, 15 years old. Magnification 20 x.

Owing to the great depth of the foveolae, their bottoms are not visible here. Projections suggestive of gastric villi are lacking on the free edge of the interfoveolar septa.

Fig. 4. Epithelium-freed mucous membrane, covered with villi from the pyloric region of a freely contracted stomach. Pig, female, live-weight 230 kg. Magnification 80 x.

Villi, tongue-shaped or cylindrical at the tip, rising in a wide base from the interfoveolar septa completely conceal the foveolae and septa beneath them. It is only in the horse and the pig that such typical gastric villi occur in domestic mammals.

TABLE I.



SCALES

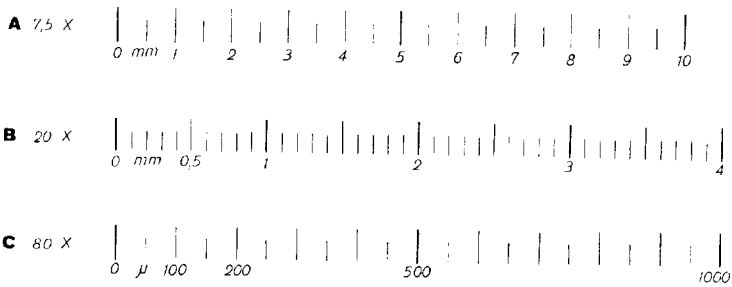


TABLE II.

The micro-relief of the stomach in domestic mammals. Twenty-fold magnification in all illustrations, except in fig. 5, magnified 80 times.

Fig. 1. Transition of epithelium-freed cutaneous mucous membrane into glandular in the stomach. Pig, female, live-weight 230 kg.

In the upper part of the illustration one can see the lined up papillae of the propria of the cutaneous mucous membrane and in the lower part of the figure gastric foveolae with septa between them.

Fig. 2. Epithelium-covered mucous membrane from the corpus of the dog's contracted stomach (large curvature, about 7 cm. away from the cardia). Boxer, male, 7—8 years old.

Slightly convoluted, interfoveolar septa occur here in the shape of folds between which slit-like solitary or confluent foveolae are seen.

Fig. 3. Epithelium-covered surface of the mucous membrane from the corpus of the grown-up cat's stomach. Gastric wall slightly distended.

The foveolae are slit-like here, and the free edge of the septa between them is more or less even. In a freely contracted stomach the free edge of the interfoveolar septa assumes the shape of a convoluted fold and thus the relief picture resembles fig. 2 in the same table.

Fig. 4. Epithelium-freed surface of the mucous membrane from the cardiac part of a spiral fold in the abomasum of a two-year-old sheep.

Predominantly uniglandular foveolae (dark dots) occur here as very slender and densely dispersed, long, tubular gland ducts. In the ox we find a similar picture, except that the diameter of the foveolae in the ox is nearly twice as great as in the sheep.

Fig. 5. Epithelium-freed surface of an undistended mucous membrane from the fundic region of the pig's stomach. Pig, castrated male, live-weight 80 kg.

The regular honeycomb-shaped foveolae of the cardiac part of the stomach have been replaced here by low depressions of irregular shape and size. Their separation from one another is often imperceptible. The picture resembles the relief of the sheep's duodenum (table III, fig. 2) in miniature. The number of the foveolae in the area in question can be fixed only approximately.

Fig. 6. Epithelium-covered surface of the mucous membrane from the pyloric canal of the strongly distended stomach of a grown-up cat.

The picture resembles the ordinary micro-relief of the mucous membrane in the cardiac part of the stomach. The villiform structures are completely lacking here.

Fig. 7. Epithelium-covered mucous membrane from the pyloric canal of the freely contracted stomach of a grown-up cat.

Such a granular appearance of the mucous membrane of the pyloric region which is not peculiar to all cats is only functional: the irregular

villiform structures we see here disappear in a distended mucous membrane or persist exceptionally as very low wavy elevations on the free edge of the interfoveolar septa. Here, as in the dog, we might, therefore, speak of pseudovilli and not of preformed and permanent villiform structures.

Fig. 8. Epithelium-covered surface of a freely contracted mucous membrane from the small curvature (5 cm. away from the plicated border) in the stomach of the horse. Thoroughbred English gelding, 2 years old.

The typical villi gastrici that can be seen here remain, as in the pig, even under a strong distension of the gastric wall. Foveolae and interfoveolar septa are completely concealed by them but are revealed in the distended mucous membrane.

Fig. 9. Epithelium-covered surface of a freely contracted mucous membrane from the neighbourhood of the pyloric orifice in the abomasum of a two-year-old sheep.

The diameter of the foveolae is here considerably greater than in the region of the spiral folds, and the septa between them protrude slightly in the shape of delicate ridges. Villiform structures are always, as in the ox, lacking.

Fig. 10. Epithelium-freed surface of the slightly distended mucous membrane from the vicinity of the pyloric orifice in the abomasum of the ox. Cow, calved 9 times.

By contrast with the sheep the free edge of the interfoveolar septa remains even here and the tubular foveolae look, therefore, like holes pricked into an inelastic substance. The interfoveolar ridges concealing the foveolae occur in the ox only exceptionally.

TABLE II.

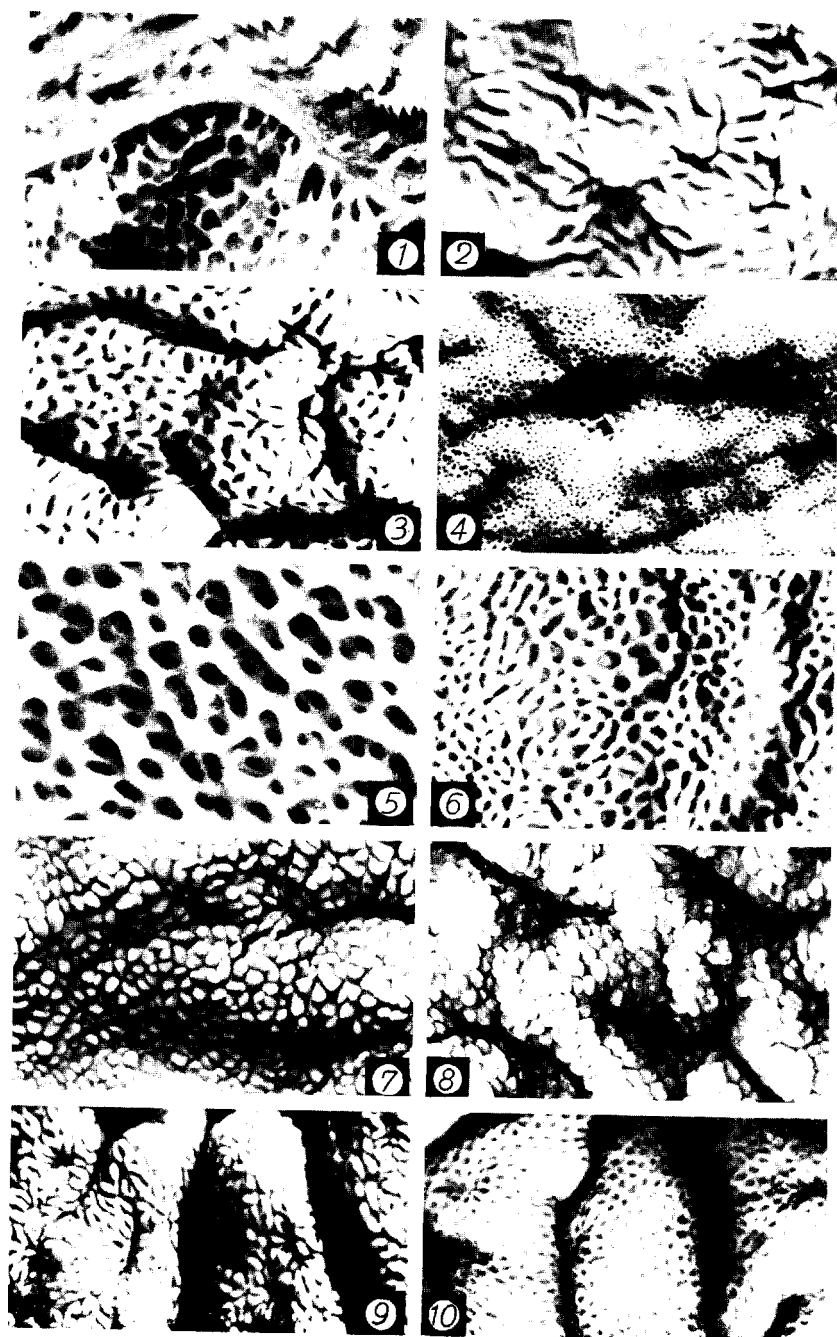


TABLE III.

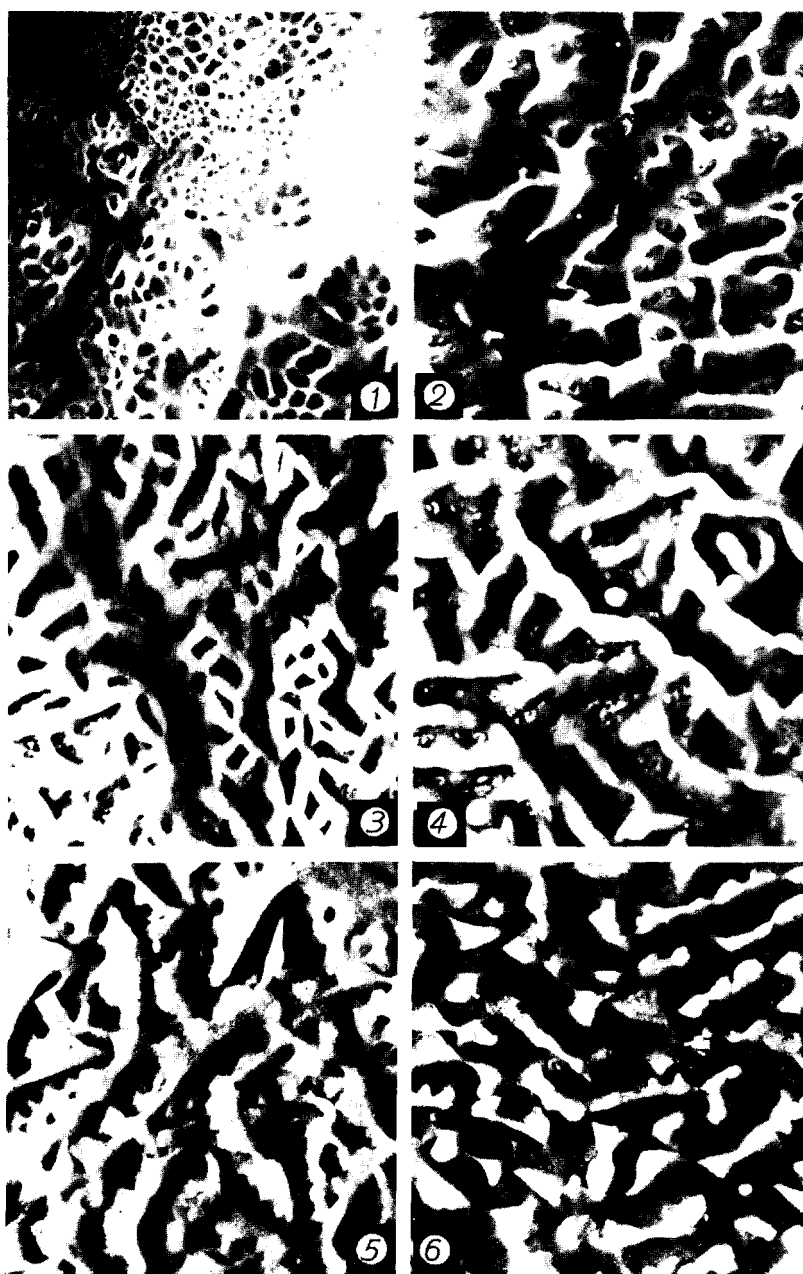


TABLE III.

The micro-relief of the epithelium-freed mucous membrane from the initial parts of the first and second quarters of the small intestine in the sheep. Twenty-fold magnification in all illustrations. The direction of the long axis of the intestine is here, as in tables IV, V & VI, from above downwards.

Fig. 1. The micro-relief of the duodenal mucosa at the level of the pyloric orifice. Sheep, female, 10 months old.

Fig. 2. Duodenal mucosa 5 cm. away from the pyloric orifice. Sheep, male, about 1 year old.

Fig. 3. Duodenal mucosa 5 cm. away from the pyloric orifice. Sheep, male, grown-up.

Fig. 4. Duodenal mucous membrane 10 cm. away from the pyloric orifice. Sheep, female, 15 months old.

With the exception of fig. 1, representing a picture peculiar only to the border between the stomach and intestine, the above figures exhibit the varying micro-relief of the intestine from one and the same level. As may be seen from the illustrations they all have in common an almost complete absence of villi. The elevations of the surface consist of irregularly anastomizing folds, with the intestinal glands opening into the meshes between them. The picture presented by fig. 4 also occurs exceptionally at the beginning of the second quarter of the intestine.

Fig. 5. The beginning of the second quarter of the small intestine. Sheep, female, 15 months old.

Fig. 6. The beginning of the second intestinal quarter. Sheep, female, 2 years old.

The folds in this part of the intestine have an irregularly dentated free edge. The course of the folds and the rate of their connections vary greatly.

TABLE IV.

The micro-relief of the epithelium-freed mucous membrane from the beginning of the third and fourth quarters of the small intestine and the end of the ileum in the sheep. Twenty-fold magnification used in all illustrations.

Fig. 1. The middle of the small intestine. Sheep, female, 15 months old.

Fig. 2. The middle of the small intestine. Sheep, female, 2 years old.

Both these illustrations are peculiar to this part of the intestine. They show low, mostly transversally arranged folds from which high, broad-based villi take their origin.

Fig. 3. The beginning of the fourth quarter of the intestine. Sheep, male, 9—12 months old.

Fig. 4. The beginning of the fourth quarter of the small intestine. Sheep, female, 4 years old.

Of the highly varying micro-relief elements of this part of the intestine fig. 3 represents leaf-like villi arising in broad bases directly from the propria; between them one can easily see the tips of the slightly protruding upper parts of the intestinal glands. The relief represented in fig. 4 is formed by anastomizing low folds devoid of villi.

Fig. 5. The end of the ileum. Sheep, female, 3 years old. Trans-illuminated (elevations appear darker on the illustration).

Fig. 6. The end of the ileum. Sheep, female, 2,5 years old. Trans-illuminated.

In the first of these illustrations one can see conical solitary standing villi and short plates arising directly from the propria; the short folds or plates are arranged circularly round the lymphatic nodules. In the last illustration short, parallel, transversally placed folds with a wavy free edge are present.

TABLE IV.

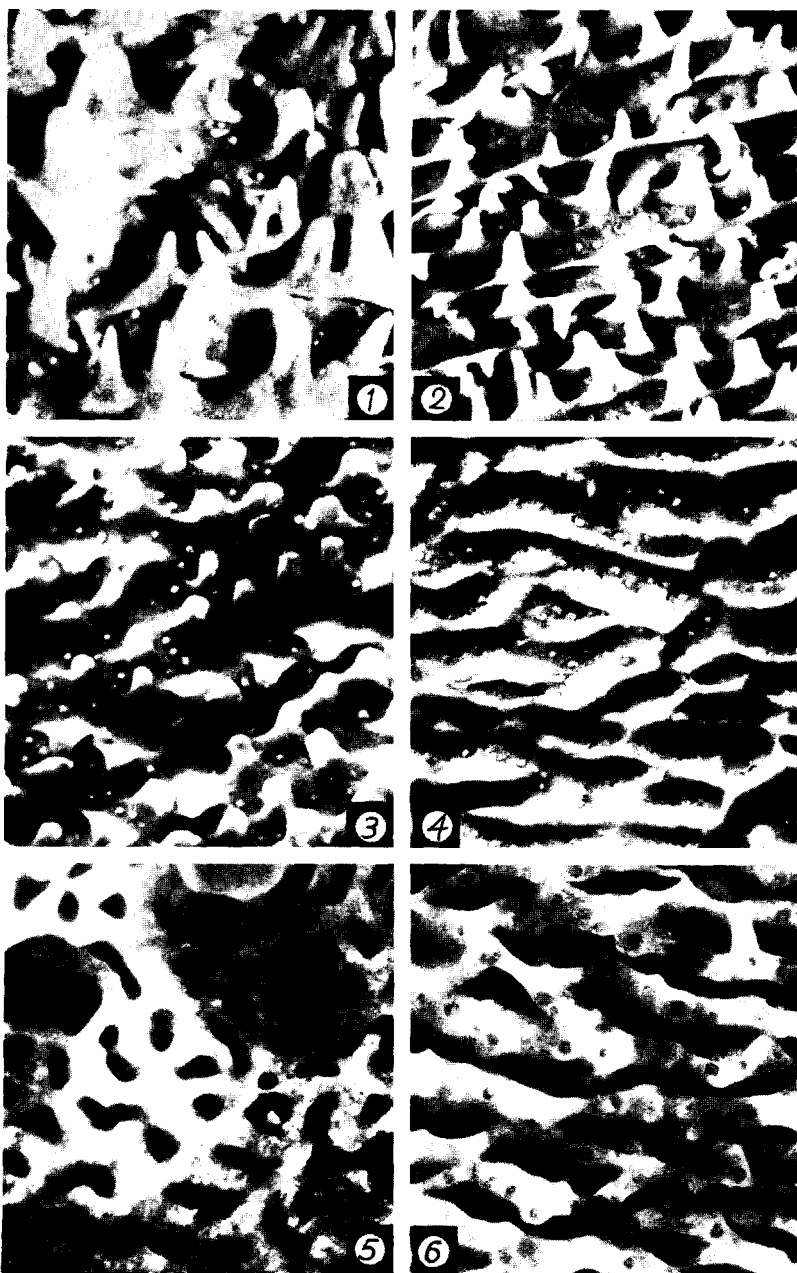


TABLE V.

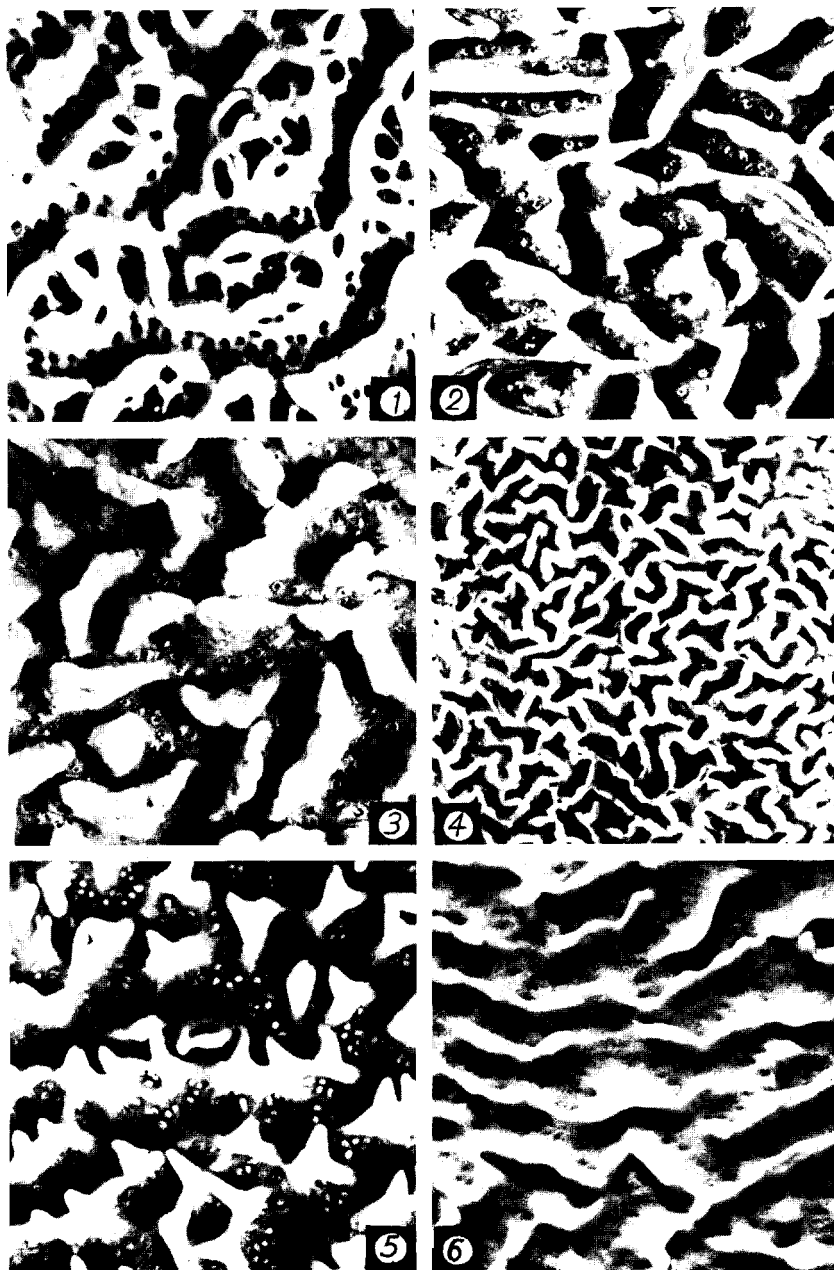


TABLE V.

The micro-relief of the epithelium-freed mucous membrane of the small intestine in the ox. With the exception of fig. 4, magnified 7,5 times, all the remaining illustrations have been prepared with a twenty-fold magnification.

Fig. 1. Initial part of the duodenum, c. 10 cm. from the pyloric orifice. Cow, calved 7 times.

The groups of intricately connected ridges are mostly separated from one another by comparatively broad flexuous streets. Such a picture occurs only in the very beginning of the small intestine.

Fig. 2. The beginning of the second quarter of the small intestine. Cow, calved 10 times.

Region of reticularly arranged folds. The villiform structures are replaced here only by the wavy free edges of the folds.

Fig. 3. The middle of the small intestine. Cow, calved 9 times.

The reticular arrangement of the folds has disappeared. The longer of the folds are situated transversally to the long axis of the intestine. The gland openings are arranged between the adjacent folds in a single row or irregularly.

Fig. 4. The beginning of the fourth quarter of the small intestine. Animal the same as in fig. 3.

Another region of the reticularly arranged folds in the small intestine. The separate folds are here, as in fig. 2, nearly wholly absent. Such an intricate connection of the folds is not characteristic of all the animals of the same species.

Fig. 5. Ileum of the adult cow.

Sharp conical villi are fused in their basal parts, thus forming mostly transversally placed folds. The arrangement of gland openings is irregular. This picture may be regarded as a transitional form between the folds and the wholly separated villi.

Fig. 6. Ileum. Cow, calved 10 times.

Another variety of the micro-relief in the ileum, consisting of transversally situated folds and of few conical villi. The gland openings here form a single row mostly. A still further variety of the ileum relief, not shown here, is represented by the surface covered with wholly separated conical or leaf-shaped villi.

TABLE VI.

The micro-relief of the epithelium-freed mucous membrane of the small intestine in the pig. Twenty-fold magnification has been used in all illustrations.

Fig. 1. Initial part of the duodenum. Pig, female, live-weight 230 kg.

Two different networks of folds or lamellae are present here: that nearest to the mucosal surface consists of very delicate, low, intricately anastomizing ridges, and the other, nearest to the intestinal lumen with larger meshes consists only of basally anastomizing, low, triangular lamellae whose tips end in sharply conical prolongations. With the exception of the conical processes of the lamellae, not common to all animals, the picture presented here is typical in outline of the duodenum.

Fig. 2. The beginning of the second quarter of the small intestine. Pig, castrated male, live-weight 154 kg.

The picture, which may be found also in the third or fourth quarter of the small intestine of the pig, shows ramified and partly anastomizing folds, with very sharp blade-like edges, the course of which is straight, curved or convoluted. Between the folds one can find some tongue-like villi with conical tips. The delicate basal net-work is absent here.

Fig. 3. The beginning of the third quarter of the small intestine. Pig, castrated male, live-weight 85 kg.

The projecting relief-elements are represented here by ramifying lamellae, which may be regarded as parts of the net-work, the partial retrogression of which has taken place in the middle between the adjacent anastomizing points of the lamellae. Many of the branches do not reach up to the various edge of the lamellae and appear therefore as triangular supporting plates to the proper lamella.

Fig. 4. The beginning of the fourth quarter of the small intestine. Pig, castrated male, live-weight 79 kg.

A further example of the relief picture, which may be found in all three intermediate segments of the small intestine of the pig. The mostly triangular sharp-edged lamellar plates end in two or many sharp conical projections. The course of the lamellar folds becomes transversal.

Fig. 5. The end of the ileum. Pig, castrated male, live-weight 85 kg.

Transversally arranged leaf-like lamellae, some of which are fused in their basal parts.

Fig. 6. The end of the ileum. Pig, castrated male, live-weight 79 kg.

The relief represented here occurs in the ileum only in parts. It resembles the duodenal relief of the same animal and to a certain degree also the pyloric macro-relief of the pig. Its occurrence in the ileum is to be regarded as exceptional.

TABLE VI.

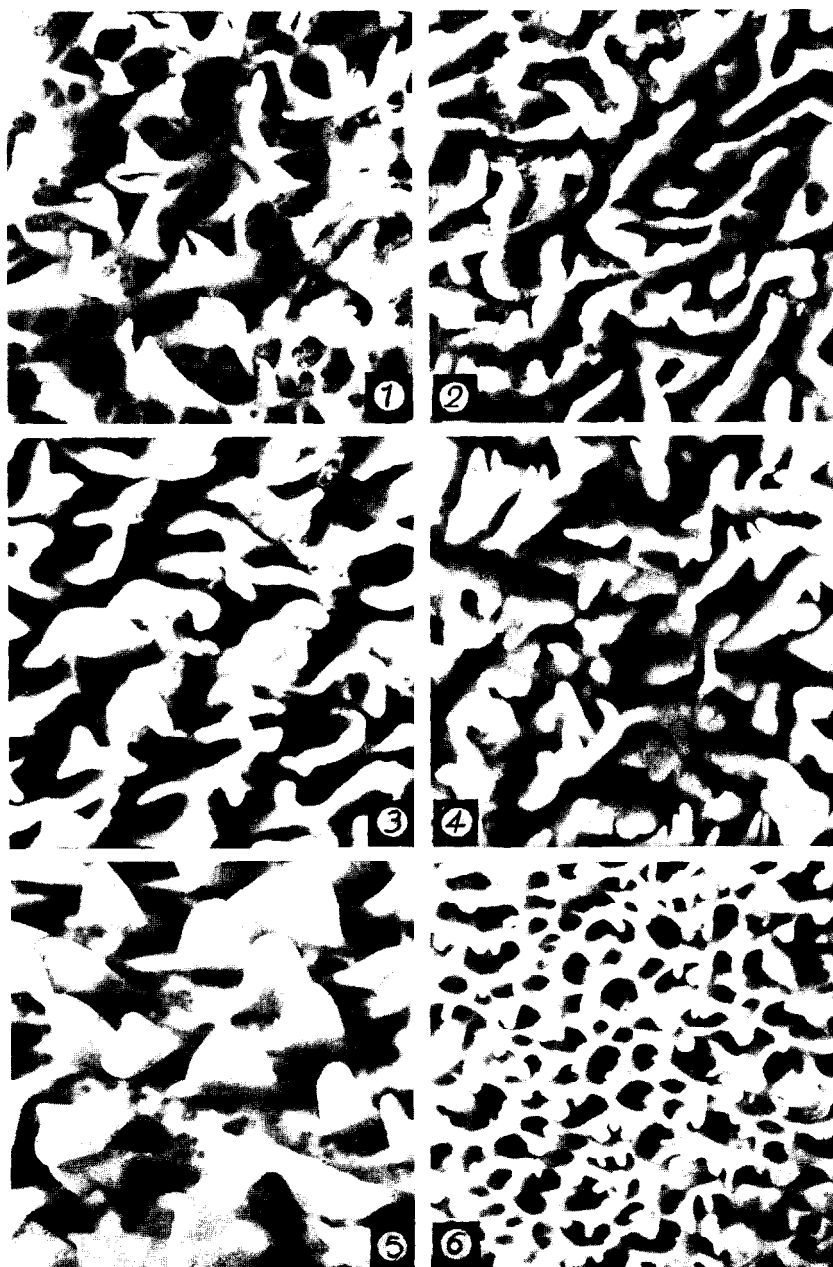


TABLE VII.

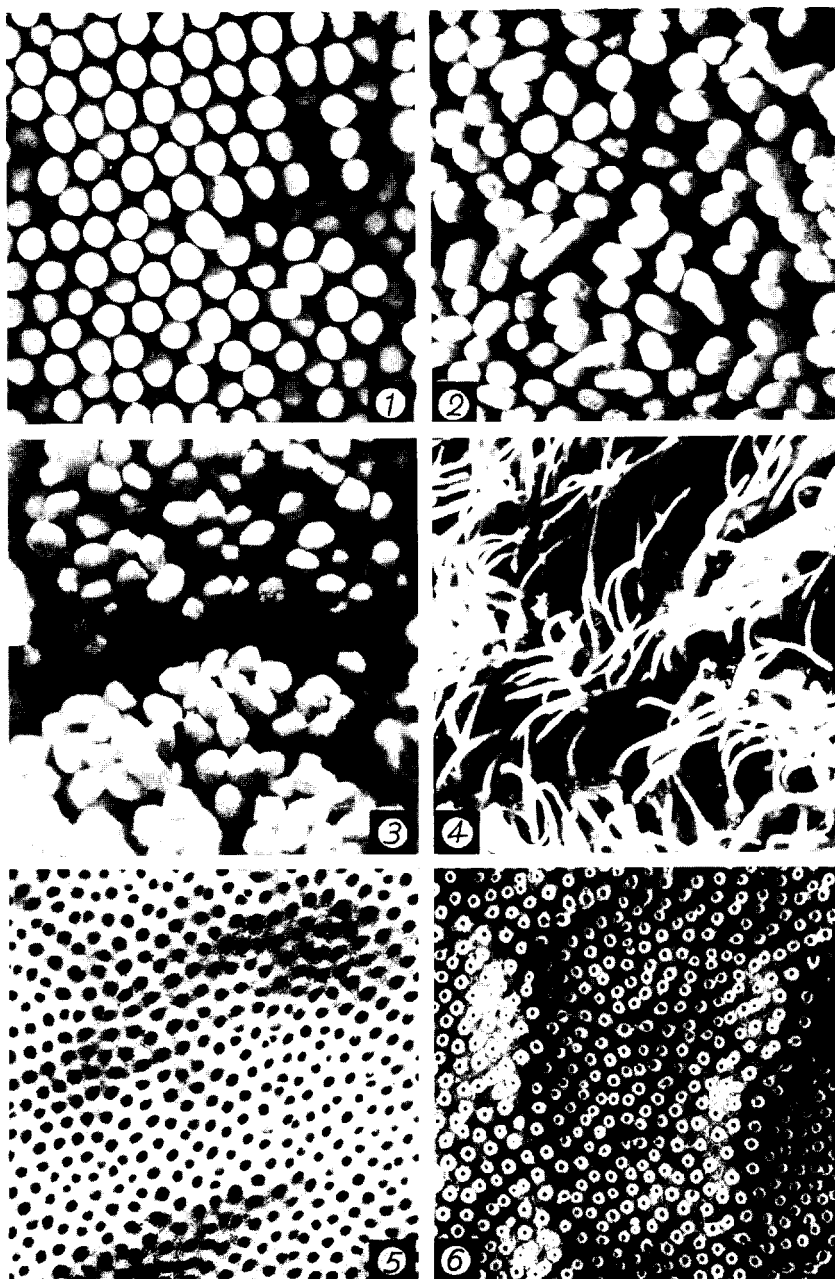


TABLE VII.

Surface microphotographs from the small intestine of animals possessing cylindrical villi, and two illustrations from the large intestine. Except fig. 3, magnified 38 times, twenty-fold magnification has been used in all other illustrations.

Fig. 1. Duodenum of the adult female horse. Intestinal wall not distended.

The epithelium-covered villi have a more or less equal height, equal diameter, a cylindrical form and rounded tips.

Fig. 2. Moderately distended duodenum of the dog (male, 16 years old).

Between the typical finger-shaped villi (epithelium covered) one finds many flattened ones, the number of which is still greater in the very beginning of the duodenum, where they are situated transversally.

Fig. 3. The middle of the small intestine from the adult cat.

This photograph has been taken from the preparation made by SCHMELZER'S method which is accompanied with a considerable shrinkage of the villi; the actual diameter of the cylindrical villi does not greatly differ from those in the horse or dog.

Fig. 4. Epithelium-freed villi from the ileum of the adult cat.

The core or the stroma of the villi is represented here in the form of long (over 1 mm.) threads, which are inserted into the mucosal surface separately. Between their bases the gland openings are visible. In most preparations the epithelium-freed villi appear to be much thicker and lower than here, a fact which points to the great variability of their dimensions.

Fig. 5. Epithelium-freed surface of the large intestine of the male sheep (c. 1 year old).

Owing to the absence of the villi one sees here only the even cribriform surface which is quite similar in all domestic mammals. The dark round dots in the illustration do not correspond to the gland openings, but represent the cylindrical depressions in the stroma, which are evacuated of their contents, i. e., the glandular epithelium. Note the numerous bifurcating or isogenic lumina characteristic of young animals.

Fig. 6. Inner surface of the caecum of the pig (male, 8—10 months old).

Only the surface-epithelium has been desquamated here. The upper parts of the propria glands appear in the photograph as lighter circles, which surround the gland openings or glandular lumen. There is noticeable a certain linear arrangement of the glands.

Eelmiste köidete sisu. — Contenu des volumes précédents.

A I (1921). 1. A. Paldrock. Ein Beitrag zur Statistik der Geschlechtskrankheiten in Dorpat während der Jahre 1909—1918. — 2. K. Väisälä. Verallgemeinerung des Begriffes der Dirichletschen Reihen. — 3. C. Schlossmann. Hapete mõju kolloidide peale ja selle tähtsus patoloogias. (L'action des acides sur les colloïdes et son rôle dans la pathologie.) — 4. K. Regel. Statistische und physiognomische Studien an Wiesen. Ein Beitrag zur Methodik der Wiesenuntersuchung. — 5. H. Reichenbach. Notes sur les microorganismes trouvés dans les pêches planctoniques des environs de Couda (gouv. d'Archangel) en été 1917. — **Misc.** F. Bucholtz. Der gegenwärtige Zustand des Botanischen Gartens zu Dorpat und Richtlinien für die Zukunft.

A II (1921). 1. H. Bekker. The Kuckers stage of the ordovician rocks of NE Estonia. — 2. C. Schlossmann. Über die Darmspirochäten beim Menschen. — 3. J. Letzmann. Die Höhe der Schneedecke im Ostbaltischen Gebiet. — 4. H. Kaho. Neutraalsoolade mõjust ultramaksimum-temperatuuri peale *Tradescantia zebrina* juures. (Über den Einfluss der Neutralsalze auf die Temperatur des Ultramaximums bei *Tradescantia zebrina*.)

A III (1922). 1. J. Narbutt. Von den Kurven für die freie und die innere Energie bei Schmelz- und Umwandlungsvorgängen. — 2. A. Томсонъ (A. Thomson). Значение аммонійныхъ солей для питания высшихъ культурныхъ растений. (Der Wert der Ammonsalze für die Ernährung der höheren Kulturpflanzen.) — 3. E. Blessig. Ophthalmologische Bibliographie Russlands 1870—1920. I. Hälfte (S. I—VII und 1—96). — 4. A. Lüüs. Ein Beitrag zum Studium der Wirkung künstlicher Wildunger Helenenquellensalze auf die Diurese nierenkranker Kinder. — 5. E. Öpik. A statistical method of counting shooting stars and its application to the Perseid shower of 1920. — 6. P. N. Kogerman. The chemical composition of the Estonian M.-Ordovician oil-bearing mineral „Kuckersite“. — 7. M. Wittlich und S. Weshnjakow. Beitrag zur Kenntnis des estländischen Ölschiefers, genannt Kuckersit. — **Misc.** J. Letzmann. Die Trombe von Odenpäh am 10. Mai 1920.

A IV (1922). 1. E. Blessig. Ophthalmologische Bibliographie Russlands 1870—1920. II. Hälfte (S. 97—188). — 2. A. Valdes. Glükogeeni hulka vähendavate tegurite mõju üle südame spetsiifilise lihassüsteemi glükogeeni peale. (Über den Einfluss der die Glykogenmenge vermindernenden Faktoren auf das Glykogen des spezifischen Muskelsystems des Herzens.) — 3. E. Öpik. Notes on stellar statistics and stellar evolution. — 4. H. Kaho. Raskemetallsoolade kivitiseusest taimeplasma kohta. (Über die Schwermetallgiftwirkung in bezug auf das Pflanzenplasma.) — 5. J. Piiper und M. Härms. Der Kiefernkreuzschnabel der Insel Ösel *Loxia pityopsittacus estiae* subsp. nov. — 6. L. Poska-Teiss. Zur Frage über die vielkernigen Zellen des einschichtigen Plattenepithels.

A V (1924). 1. E. Öpik. Photographic observations of the brightness of Neptune. Method and preliminary results. — 2. A. L ü ü s. Ergebnisse der Krüppelkinder-Statistik in Eesti. — 3. C. Schloßmann. Culture in vitro des protozoaires de l'intestin humain. — 4. H. Kaho. Über die physiologische Wirkung der Neutralsalze auf das Pflanzenplasma. — 5. Y. Kauko. Beiträge zur Kenntnis der Torfzersetzung und Verrotfung. — 6. A. Tammekan. Eesti diküoneema-kihi uurimine tema tekkimise, vana-duse ja levimise kohta. (Untersuchung des Dictyonema-Schiefers in Estland nach Entstehung, Alter und Verbreitung.) — 7. Y. Kauko. Zur Bestimmung des Verrotfungsgrades. — 8. N. Weiderpass. Eesti piparmündi-õli (*Oleum menthe esthicum*). (Das estnische Pfefferminzöl.)

A VI (1924). 1. H. Bekker. Mõned uued andmed Kukruse lademe stratigraafia ja faunast. (Stratigraphical and paleontological supplements on the Kukruse stage of the ordovician rocks of Eesti (Estonia).) — 2. J. Wilip. Experimentelle Studien über die Bestimmung von Isothermen und kritischen Konstanten. — 3. J. Letzmann. Das Bewegungsfeld im Fuss einer fortschreitenden Wind- oder Wasserhose. — 4. H. Scupin. Die Grundlagen paläogeographischer Karten. — 5. E. Öpik. Photometric measures on the moon and the earth-shine. — 6. Y. Kauko. Über die Verrotfungswärme. — 7. Y. Kauko. Eigentümlichkeiten der H_2O - und CO_2 -Gehalte bei der unvollständigen Verbrennung. — 8. M. Tilzen und Y. Kauko. Die wirtschaftlichen Möglichkeiten der Anwendung von Spiritus als Brennstoff. — 9. M. Wittlich. Beitrag zur Untersuchung des Öles aus estländischem Ölschiefer. — 10. J. Wilip. Emergenzwinkel, Unstetigkeitsflächen, Laufzeit. — 11. H. Scupin. Zur Petroleumfrage in den baltischen Ländern. — 12. H. Richter. Zwei Grundgesetze (Funktion- und Strukturprinzip) der lebendigen Masse.

A VII (1925). 1. J. Vilms. Kõhreglükogeeni püsivusest mõne-suguste glükogeeni vähendavate tegurite puhul. (Über die Stabilität des Knorpelglykogens unter verschiedenen das Glykogen zum Ver-schwinden bringenden Umständen.) — 2. E. Blessig. Ophthal-mologische Bibliographie Russlands 1870—1920. Nachtrag. — 3. O. Kuriks. Trachoma Eestis (eriti Tartus) möödunud ajal ja praegu. (Das Trachom in Estland (insbesondere in Dorpat) einst und jetzt.) — 4. A. Brandt. Sexualität. Eine biologische Studie. — 5. M. Halten-berger. Gehört das Baltikum zu Ost-, Nord- oder zu Mitteleuropa? — 6. M. Haltenberger. Recent geographical work in Estonia.

A VIII (1925). 1. H. Jaakson. Sur certains types de sys-tèmes d'équations linéaires à une infinité d'inconnues. Sur l'interpolation. — 2. K. Frisch. Die Temperaturabweichungen in Tartu (Dorpat) und ihre Bedeutung für die Witterungsprognose. — 3. O. Kuriks. Muutused leeprahaigete silmas Eesti leprosooriumide haigete läbivaata-mise põhjal. (Die Lepra des Auges.) — 4. A. Paldrock. Die Sen-kungsreaktion und ihr praktischer Wert. — 5. A. Öpik. Beiträge zur Kenntnis der Kukruse- (C_2) -Stufe in Eesti. I. — 6. M. Wittlich. Einiges über den Schwefel im estländischen Ölschiefer (Kukersit)

und dessen Verschmelzungsprodukten. — 7. H. Kaho. Orientierende Versuche über die stimulierende Wirkung einiger Salze auf das Wachstum der Getreidepflanzen. I.

A IX (1926). 1. E. Krahn. Über Minimaleigenschaften der Kugel in drei und mehr Dimensionen. — 2. A. Mieler. Ein Beitrag zur Frage des Vorrückens des Peipus an der Embachmündung und auf der Peipusinsel Pirisaar in dem Zeitraum von 1682 bis 1900. — 3. M. Haltenberger. Der wirtschaftsgeographische Charakter der Städte der Republik Eesti. — 4. J. Rumma. Die Heimatforschung in Eesti. — 5. M. Haltenberger. Der Stand des Aufnahme- und Kartenwesens in Eesti. — 6. M. Haltenberger. Landeskunde von Eesti. I. — 7. A. Tammekann. Die Oberflächengestaltung des nord-ostestländischen Küstentafellandes. — 8. K. Frisch. Ein Versuch das Embachhochwasser im Frühling für Tartu (Dorpat) vorherzubestimmen.

A X (1926). 1. M. Haltenberger. Landeskunde von Eesti. II—III. — 2. H. Scupin. Alter und Herkunft der ostbaltischen Solquellen und ihre Bedeutung für die Frage nach dem Vorkommen von Steinsalz im baltischen Obersilur. — 3. Th. Lippmaa. Floristische Notizen aus dem Nord-Altai nebst Beschreibung einer neuen *Cardamine*-Art aus der Sektion *Dentaria*. — 4. Th. Lippmaa. Pigmenttypen bei Pteridophyta und Anthophyta. I. Allgemeiner Teil. — 5. E. Pipenberg. Eine städtemorphographische Skizze der estländischen Hafenstadt Pärnu (Pernau). — 6. E. Spöhr. Über das Vorkommen von *Sium erectum* Huds. und *Lemna gibba* L. in Estland und über deren nordöstliche Verbreitungsgrenzen in Europa. — 7. J. Wilip. On new precision-seismographs.

A XI (1927). 1. Th. Lippmaa. Pigmenttypen bei Pteridophyta und Anthophyta. II. Spezieller Teil. — 2. M. Haltenberger. Landeskunde von Eesti. IV—V. — 3. H. Scupin. Epirogenese und Orogenese im Ostbaltikum. — 4. K. Schlossmann. Mikroorganismide kui bioloogiliste reaktiivide tähtsusest keemias. (Le rôle des ferments microbiens dans la chimie.) — 5. J. Sarv. Ahmese geometrilised joonised. (Die geometrischen Figuren des Ahmes.) — 6. K. Jaanson-Orviku. Beiträge zur Kenntnis der Aseri- und der Tallinna-Stufe in Eesti. I.

A XII (1927). 1. E. Reinwaldt. Beiträge zur Muriden-Fauna Estlands mit Berücksichtigung der Nachbargebiete. — 2. A. Öpik. Die Inseln Odensholm und Rogö. Ein Beitrag zur Geologie von NW-Estland. — 3. A. Öpik. Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C₂-)Stufe in Eesti. II. — 4. Th. Lippmaa. Beobachtungen über durch Pilzinfektion verursachte Anthocyaninbildung. — 5. A. Laur. Die Titration des Ammoniumhydrosulfides mit Ferricyankalium. — 6. N. King. Über die rhythmischen Niederschläge von PbJ₂, Ag₂CrO₄ und AgCl im kapillaren Raume. — 7. P. N. Kogerman and J. Kranig. Physical constants of some alkyl carbonates. — 8. E. Spöhr. Über brunsterzeugende Stoffe im Pflanzenreich. Vorläufige Mitteilung.

A XIII (1928). 1. J. Sarv. Zum Beweis des Vierfarbensatzes. — 2. H. Scupin. Die stratigraphische Stellung der Devonschichten im Südosten Estlands. — 3. H. Perlitz. On the parallelism between

the rate of change in electric resistance at fusion and the degree of closeness of packing of meallitic atoms in crystals. — **4.** K. Frisch. Zur Frage der Luftdruckperioden. — **5.** J. Port. Untersuchungen über die Plasmakoagulation von *Paramaecium caudatum*. — **6.** J. Sarw. Direkte Herleitung der Lichtgeschwindigkeitsformeln. — **7.** K. Frisch. Zur Frage des Temperaturanstiegens im Winter. — **8.** E. Spohr. Über die Verbreitung einiger bemerkenswerter und schutzbedürftiger Pflanzen im Ostbaltischen Gebiet. — **9.** N. Rågo. Beiträge zur Kenntnis des estländischen Dictyonemaschiefers. — **10.** C. Schlossmann. Études sur le rôle de la barrière hémato-encéphalique dans la genèse et le traitement des maladies infectieuses. — **11.** A. Öpik. Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C₂-C₃)-Stufe in Eesti. III.

A XIV (1929). **1.** J. Rives. Über die histopathologischen Veränderungen im Zentralnervensystem bei experimenteller Nebenniereninsuffizienz. — **2.** W. Wadi. Kopsutuberkuloosi areng ja kliinilised vormid. (Der Entwicklungsgang und die klinischen Formen der Lungentuberkulose.) — **3.** E. Markus. Die Grenzverschiebung des Waldes und des Moores in Alatskivi. — **4.** K. Frisch. Zur Frage über die Beziehung zwischen der Getreideernte und einigen meteorologischen Faktoren in Eesti.

A XV (1929). **1.** A. Nõmmik. The influence of ground limestone on acid soils and on the availability of nitrogen from several mineral nitrogenous fertilizers. — **2.** A. Öpik. Studien über das estnische Unterkambrium (Estonium). I—IV. — **3.** J. Nuut. Über die Anzahl der Lösungen der Vierfarbenaufgabe. — **4.** J. Nuut. Über die Vierfarbenformel. — **5.** J. Nuut. Topologische Grundlagen des Zahlbegriffs. — **6.** Th. Lippmaa. Pflanzenökologische Untersuchungen aus Norwegisch- und Finnisch-Lappland unter besonderer Berücksichtigung der Lichtfrage.

A XVI (1930). **1.** A. Paris. Über die Hydratation der Terpene des Terpinöls zu Terpinhydrat durch Einwirkung von Mineralsäuren. — **2.** A. Laur. Die Anwendung der Umschlagselektroden bei der potentiometrischen Massanalyse. Die potentiometrische Bestimmung des Kaliums. — **3.** A. Paris. Zur Theorie der Strömungsdoppelbrechung. — **4.** O. Kuriks. Pisarate toimest silma mikrofloorasse. (Über die Wirkung der Tränen auf die Mikroflora des Auges.) — **5.** K. Orviku. Keskkdevoni põhikihid Eestis. (Die untersten Schichten des Mitteldevons in Eesti.) — **6.** J. Kopwille. Über die thermale Zersetzung von estländischem Ölschiefer Kukersit.

A XVII (1930). **1.** A. Öpik. Brachiopoda Protremata der estländischen ordovizischen Kukruse-Stufe. — **2.** P. W. Thomson. Die regionale Entwicklungsgeschichte der Wälder Estlands.

A XVIII (1930). **1.** G. Vilberg. Erneuerung der Loodvegetation durch Keimlinge in Ost-Harrien (Estland). — **2.** A. Parts. Über die Neutralsalzwirkung auf die Geschwindigkeit der Ionenreaktionen. — **3.** Ch. R. Schlossmann. On two strains of yeast-like organisms cultured from diseased human throats. — **4.** H. Richter. Die Relation zwischen Form und Funktion und das teleologische Prinzip in den Naturphänomenen. — **5.** H. Arro. Die Metalloxyde als photo-

chemische Sensibilatoren beim Bleichen von Methylenblaulösung. — **6.** A. Luha. Über Ergebnisse stratigraphischer Untersuchungen im Gebiete der Saaremaa-(Ösel-)Schichten in Eesti (Unterösel und Eurypterusschichten). — **7.** K. Frisch. Zur Frage der Zyklonenvertiefung. — **8.** E. Markus. Naturkomplexe von Alatskivi.

A XIX (1931). **1.** J. Uudelt. Über das Blutbild Trachomkranker. — **2.** A. Öpik. Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C₂-C₃-)Stufe in Eesti. IV. — **3.** H. Liedemann. Über die Sonnenscheindauer und Bewölkung in Eesti. — **4.** J. Sarw. Geomeetria alused. (Die Grundlagen der Geometrie.)

A XX (1931). **1.** J. Kuusk. Glühaufschliessung der Phosphorite mit Kieselsäure zwecks Gewinnung eines citrallöslichen Düngmittels. — **2.** U. Karell. Zur Behandlung und Prognose der Luxationsbrüche des Hüftgelenks. — **3.** A. Laur. Beiträge zur Kenntnis der Reaktion des Zinks mit Kaliumferrocyanid. I. — **4.** J. Kuusk. Beitrag zur Kalisalzgewinnung beim Zementbrennen mit besonderer Berücksichtigung der estländischen K-Mineralien. — **5.** L. Rinne. Über die Tiefe der Eisbildung und das Auftauen des Eises im Niederungsmoor. — **6.** J. Wilip. A galvanometrically registering vertical seismograph with temperature compensation. — **7.** J. Nunt. Eine arithmetische Analyse des Vierfarbenproblems. — **8.** G. Barkan. Dorpats Bedeutung für die Pharmakologie. — **9.** K. Schlossmann. Vanaduse ja surma mõistetest ajakohaste bioloogiliste andmete alusel. (Über die Begriffe Alter und Tod auf Grund der modernen biologischen Forschung.)

A XXI (1931). **1.** N. Kwasschnin-Ssamarin. Studien über die Herkunft des osteuropäischen Pferdes. — **2.** U. Karell. Beitrag zur Ätiologie der arteriellen Thrombosen. — **3.** E. Krahn. Über Eigenschwingungszahlen freier Platten. — **4.** A. Öpik. Über einige Karbonatgesteine im Glazialgeschiebe NW-Estlands. — **5.** A. Thomson. Wasserkulturversuche mit organischen Stickstoffverbindungen, angestellt zur Ermittlung der Assimilation ihres Stickstoffs von seiten der höheren grünen Pflanze.

A XXII (1932). **1.** U. Karell. An observation on a peculiarity of the cardiac opening reflex in operated cases of cardiospasmus. — **2.** E. Krahn. Die Wahrscheinlichkeit der Richtigkeit des Vierfarbentests. — **3.** A. Audova. Der wirkliche Kampf ums Dasein. — **4.** H. Perlitz. Abstandsänderungen nächster Nachbaratome in einigen Elementen und Legierungen bei Umordnung aus der kubischen flächenzentrierten Anordnung in die kubische raumzentrierte oder die hexagonale dichteste Anordnung.

A XXIII (1932). **1.** J. Port. Untersuchungen über die Wirkung der Neutralsalze auf das Keimlingswachstum bezüglich der Abhängigkeit von ihrer Konzentration. — **2.** E. Markus. Chorogenese und Grenzverschiebung. — **3.** A. Öpik. Über die Plectellinen. — **4.** J. Nunt. Einige Bemerkungen über Vierpunktaxiome. — **5.** K. Frisch. Die Veränderungen der klimatischen Elemente nach den meteorologischen Beobachtungen von Tartu 1866–1930.

A XXIV (1933). **1.** M. Gross. In der Butter vorkommende Sprosspilze und deren Einwirkung auf die Butter. — **2.** H. Perlitz. Bemerkungen zu den Regeln über Valenzelektronenkonzentrationen in

binären intermetallischen Legierungen. — 3. A. Öpik. Über *Scolithus* aus Estland. — 4. T. Lippmaa. Aperçu général sur la végétation autochtone du Lautaret (Hautes-Alpes). — 5. E. Markus. Die süd-östliche Moorbucht von Lauge. — 6. A. Sprantsman. Über Herstellung makroskopischer Thalliumkristalle durch Elektrolyse. — 7. A. Öpik. Über Plectamboniten.

A XXV (1933). 1. A. Öpik. Über einige Dalmanellacea aus Estland. — 2. H. Richter. Ergänzungen zu: „Die Relation zwischen Form und Funktion und das teleologische Prinzip in den Naturphänomenen“. Die Rolle, welche „Spirale“ und „Wirbel“ in den biologischen Phänomenen spielt, besonders auch in bezug auf die feinere Struktur des lebendigen Protoplasmas. — 3. T. Lippmaa ja K. Eichwald. Eesti taimed. (Estonian plants.) I (1—50). — 4. E. Piipenberg. Die Stadt Petseri in Estland. — 5. A. Miljan. Vegetationsuntersuchungen an Naturwiesen und Seen im Otepääschen Moränengebiet Estlands. I. — 6. R. Livländer. On the colour of Mars. — 7. A. Tudeberg. Über die Theorie und die Anwendungsmethoden der Quadraturreihen.

A XXVI (1934). 1. E. Blessig. Index ophthalmologiae Balticus. — 2. E. Öpik. Atomic collisions and radiation of meteors. — 3. J. Tehver und A. Kriisa. Zur Histologie des Harnleiters der Haussäugetiere. — 4. H. Kaho. Leelissoolade toimest taimeraku deplasmolüüsile. (Über den Einfluss von Alkalisalzen auf die Deplasmolyse der Pflanzenzellen.) — 5. A. Öpik. Über Klitamboniten. — 6. A. Tudeberg. Über die Beweisbarkeit einiger Anordnungsansagen in geometrischen Axiomensystemen.

A XXVII (1934). 1. K. Lellep. Simulation von Geisteskrankheiten und deren Grenzzuständen. — 2. M. Tiitso. Hingamise erguliseist regulatsioonist. I teadaanne: Stenoosi toime inimese hingamisele. (Über die nervöse Atemregulation. I. Mitteilung: Der Einfluss der Stenose auf die menschliche Atmung.) — 3. M. Tiitso. Hingamise erguliseist regulatsioonist. II teadaanne: Inimese hingamisfrekvents kopsude erineva täitumise korral. (Über die nervöse Atemregulation. II. Mitteilung: Die Atemfrequenz des Menschen bei abnormen Lungenfüllungen.) — 4. M. Tiitso. Hingamise erguliseist regulatsioonist. III teadaanne: Proprioseptiivsete aferentside toimest hingamisele. (Über die nervöse Atemregulation. III. Mitteilung: Über die Auswirkung der proprioseptiven Afferenzen auf die Atmung.) — 5. J. Tehver und M. Keerd. The number of ribs in the ox and pig. — 6. A. Kärnsa. Über das Problem der Vorhersage des nächtlichen Temperaturminimums. — 7. K. Schlossmann. A study of bacterial carbohydrates with special reference to the tubercle bacillus. — 8. A. Öpik. *Ristocrinus*, a new ordovician crinoid from Estonia. — 9. A. Kipper. Variation of surface gravity upon two Cepheids — δ Cephei and η Aquilae. — 10. E. Lepik. Fungi Estonici exsiccati. Uredinaceae. [I] — 11. H. Perlitz. The structure of the intermetallic compound Au_2Pb .

A XXVIII (1935). 1. T. Lippmaa. Une analyse des forêts de l'île estonienne d'Abroka (Abro) sur la base des associations unistrates.

— 2. J. Sarv. Foundations of arithmetic. — 3. A. Tudeberg. Orthogonalsysteme von Polynomen und Extremumprobleme der Interpolationsrechnung. — 4. T. Lippmaa. Eesti geobotaanika põhijooni. (Aperçu géobotanique de l'Estonie.)

A XXIX (1936). 1. A. Öpik. *Hoplocrinus* — eine stiellose Seelilie aus dem Ordovizium Estlands. — 2. A. Kärсна. Vereinfachte Methoden zur Berechnung des Korrelationskoeffizienten bei normaler Korrelation. — 3. J. Nuut. Eine nichteuklidische Deutung der relativistischen Welt. — 4. H. Kaho. Das Verhalten der Eiweisstoffe gesunder und abbaukranker Kartoffelknollen gegen Salze. — 5. T. Lippmaa ja K. Eichwald. Eesti taimed. (Estonian plants.) II (51—100). — 6. J. Nuut. Ansätze zu einer expansionistischen Kinematik. — 7. A. Lüüs. Données anthropologiques sur les nouveaux-nés estoniens. — 8. A. Tudeberg. Energieverluste im Eisenblech bei niederfrequenter Ummagnetisierung. — 9. Wilh. Anderson. Existiert eine obere Grenze für die Dichte der Materie und der Energie?

A XXX (1936). 1. E. Öpik. Researches on the physical theory of meteor phenomena. I. II. — 2. J. Gabovitš. The *TiO* colour effect, and the densities of *M* stars. — 3. J. Wilip. Über Lichtstrahlung während der Sonnenfinsternis am 21. August 1914 in Üxküli. — 4. E. Lepik. Fungi Estonie exsiccati. Uredinaceae. II. — 5. E. Markus. Geographische Kausalität. — 6. K. Schlossmann. Einige Gedanken über die Ausbildung des praktischen Arztes. — 7. U. Karell. Aneurism of the internal carotid and the ligation of the carotids. — 8. K. Kirde. Meteorological elements characterized by frequency-curves.

A XXXI (1937). 1. V. Ridala. Inquiries into the pathogenic effects produced by *Brucella Abortus* in the udder and certain other organs of the cow. — 2. Wilh. Anderson. Zu H. Vogts Ansichten über die obere Grenze der Sternmassen. — 3. J. Gabovitš. The pulsation theory of Mira Ceti. — 4. T. Lippmaa. E. V. Tartu Ülikooli Botaanikaia süstemaatilised ja taimogeograafilised kogud. (Les collections systématiques et phytogéographiques de l'Université estonienne à Tartu.) I (p. 1—192).

A XXXII (1937). 1. Wilh. Anderson. Kritische Bemerkungen zu S. Rosslands und W. Grotrians Ansichten über die Sonnenkorona. — 2. T. Lippmaa. E. V. Tartu Ülikooli Botaanikaia süstemaatilised ja taimogeograafilised kogud. (Les collections systématiques et phytogéographiques de l'Université estonienne à Tartu.) II (p. 193—375). — 3. A. Öpik. Trilobiten aus Estland.

A XXXIII (1939). 1. E. Öpik. Researches on the physical theory of meteor phenomena. III. — 2. Wilh. Anderson. Kritik der Ansichten von B. Jung über die obere Grenzdichte der Himmelskörper. — 3. Wilh. Anderson. Weitere Beiträge zu der elementaren Expansionstheorie des Universums. — 4. U. Karell. Tube flap grafting. — 5. K. Kirde. Change of climate in the northern hemisphere. — 6. K. Eichwald. Eesti taimed. (Estonian plants.) III

(101—150). — 7. Wilh. Anderson. Über die Anwendbarkeit von Saha's Ionisationsformel bei extrem hohen Temperaturen. — 8. Miscellaneous astrophysical notes. (I. J. Gabovits. On the empirical mass-luminosity relation. — II. J. Gabovits. On the orientation of the orbital planes in multiple systems. — III. J. Gabovits. On the mass ratio of spectroscopic binaries with one spectrum visible. — IV. G. Kusmin. Über die Abhängigkeit der interstellaren Absorption von der Wellenlänge. — V. G. Kusmin. Über die Partikeldurchmesserverteilung in der interstellaren Materie. — VI. V. Riives. A tentative determination of the surface brightness of dark nebulae. — VII. V. Riives. The influence of selective absorption in space upon a differential scale of stellar magnitudes. — VIII. E. Öpik. On the upper limit of stellar masses. — IX. E. Öpik. The density of the white dwarf A.C. + 70° 8247. — 9. E. Öpik. Stellar structure, source of energy, and evolution.

B I (1921). 1. M. Vasmer. Studien zur albanesischen Wortforschung. I. — 2. A. v. Bulmerincq. Einleitung in das Buch des Propheten Maleachi. 1. — 3. M. Vasmer. Osteuropäische Ortsnamen. — 4. W. Anderson. Der Schwank von Kaiser und Abt bei den Minsker Juden. — 5. J. Bergman. Quaestiunculæ Horatianæ.

B II (1922). 1. J. Bergman. Aurelius Prudentius Clemens, der grösste christliche Dichter des Altertums. I. — 2. L. Kettunen. Lõunavepsa häälik-ajalugu. I. Konsonandid. (Südwepsische Lautgeschichte. I. Konsonantismus.) — 3. W. Wiget. Altgermanische Lautuntersuchungen.

B III (1922). 1. A. v. Bulmerincq. Einleitung in das Buch des Propheten Maleachi. 2. — 2. M. A. Курчичский (M. A. Kurtschinsky). Социальный закон, случай и свобода. (Das soziale Gesetz, Zufall und Freiheit.) — 3. A. R. Cederberg. Die Erstlinge der estländischen Zeitungsliteratur. — 4. L. Kettunen. Lõunavepsa häälik-ajalugu. II. Vokaalid. (Südwepsische Lautgeschichte. II. Vokalismus.) — 5. E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. [I.] — 6. A. M. Tallgren. Zur Archäologie Eestis. I.

B IV (1923). 1. E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. II. — 2. A. v. Bulmerincq. Einleitung in das Buch des Propheten Maleachi. 3. — 3. W. Anderson. Nordasiatische Flutsagen. — 4. A. M. Tallgren. L'ethnographie préhistorique de la Russie du nord et des Etats Baltiques du nord. — 5. R. Gutmann. Eine unklare Stelle in der Oxforder Handschrift des Rolandsliedes.

B V (1924). 1. H. Mutschmann. Milton's eyesight and the chronology of his works. — 2. A. Pridik. Mut-em-wija, die Mutter Amenhotep's (Amenophis') III. — 3. A. Pridik. Der Mitregent des Königs Ptolemaios II Philadelphos. — 4. G. Suess. De Graecorum fabulis satyricis. — 5. A. Berendts und K. Grass. Flavius Josephus: Vom jüdischen Kriege, Buch I—IV, nach der slavischen Übersetzung deutsch herausgegeben und mit dem griechischen Text verglichen. I. Lief.

(S. 1—160). — **6.** H. Mutschmann. Studies concerning the origin of "Paradise Lost".

B VI (1925). **1.** A. Saareste. Leksikaalseist vahekordadest eesti murretes. I. Analüüs. (Du sectionnement lexicologique dans les patois estoniens. I. Analyse.) — **2.** A. Bjerre. Zur Psychologie des Mordes.

B VII (1926). **1.** A. v. Bulmerincq. Einleitung in das Buch des Propheten Maleachi. 4. — **2.** W. Anderson. Der Chalfenmünzfund von Kochtel. (Mit Beiträgen von R. Vasmer.) — **3.** J. Mägiste. Rosona (Eesti Ingeri) murde pääjooned. (Die Hauptzüge der Mundart von Rosona). — **4.** M. A. Курчинскій (M. A. Kurtshinsky). Европейскій хаосъ. Экономическія послѣдствія великой войны. (Das europäische Chaos.)

B VIII (1926). **1.** A. M. Tallgren. Zur Archäologie Eestis. II. — **2.** H. Mutschmann. The secret of John Milton. — **3.** L. Kettunen. Untersuchung über die livische Sprache. I. Phonetische Einführung. Sprachproben.

B IX (1926). **1.** N. Maim. Parlamentarismist Prantsuse restauratsioonijal (1814—1830). (Du parlementarisme en France pendant la Restauration.) — **2.** S. v. Csekey. Die Quellen des estnischen Verwaltungsrechts. I. Teil (S. 1—102). — **3.** A. Berendts und K. Grass. Flavius Josephus: Vom jüdischen Kriege, Buch I—IV, nach der slavischen Übersetzung deutsch herausgegeben und mit dem griechischen Text verglichen. II. Lief. (S. 161—288). — **4.** G. Suess. De eo quem dicunt inesse Trimalchionis cenae sermone vulgari. — **5.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. III. — **6.** C. Vilhelmson. De ostraco quod Revaliae in museo provinciali servatur.

B X (1927). **1.** H. B. Rahamägi. Eesti Evangeeliumi Luteri usu vaba rahvakirik vabas Eestis. (Die evangelisch-lutherische freie Volkskirche im freien Eesti. Anhang: Das Gesetz betreffend die religiösen Gemeinschaften und ihre Verbände.) — **2.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. IV. — **3.** A. Berendts und K. Grass. Flavius Josephus: Vom jüdischen Kriege, Buch I—IV, nach der slavischen Übersetzung deutsch herausgegeben und mit dem griechischen Text verglichen. III. Lief. (S. 289—416). — **4.** W. Schmied-Kowarzik. Die Objektivation des Geistigen. (Der objektive Geist und seine Formen.) — **5.** W. Anderson. Novelline popolari sammarinesi. I.

B XI (1927). **1.** O. Loorits. Liivi rahva usund. (Der Volksglaube der Liven.) I. — **2.** A. Berendts und K. Grass. Flavius Josephus: Vom jüdischen Kriege, Buch I—IV, nach der slavischen Übersetzung deutsch herausgegeben und mit dem griechischen Text verglichen. IV. Lief. (S. 417—512). — **3.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. V.

B XII (1928). **1.** O. Loorits. Liivi rahva usund. (Der Volksglaube der Liven.) II. — **2.** J. Mägiste. *oi*-, *ei*-deminutiivid läänemeresoome keelis. (Die *oi*-, *ei*-Deminutiva der ostseefinnischen Sprachen.)

B XIII (1928). **1.** G. Suess. Petronii imitatio sermonis plebe qua necessitate coniungatur cum grammatica illius aetatis doctrina. —

2. С. Штейн (S. v. Stein). Пушкин и Гофман. (Puschkin und E. T. A. Hoffmann.) — **3.** A. V. Kõrv. Värsimõõt Veske „Eesti rahvalauludes“. (Le mètre des „Chansons populaires estoniennes“ de Veske.)

B XIV (1929). **1.** Н. Майм (N. Maim). Парламентаризм и суверенное государство. (Der Parlamentarismus und der souveräne Staat.) — **2.** S. v. Csekey. Die Quellen des estnischen Verwaltungsrechts. II. Teil (S. 103—134). — **3.** E. Virányi. Thalès Bernard, littérateur français, et ses relations avec la poésie populaire estonienne et finnoise.

B XV (1929). **1.** A. v. Bulmerincq. Kommentar zum Buche des Propheten Maleachi. 1 (1, 2—11). — **2.** W. E. Peters. Benito Mussolini und Leo Tolstoi. Eine Studie über europäische Menschheitstypen. — **3.** W. E. Peters. Die stimmanalytische Methode. — **4.** W. Freymann. Platons Suchen nach einer Grundlegung aller Philosophie.

B XVI (1929). **1.** O. Looorits. Liivi rahva usund. (Der Volksglaube der Liven.) III. — **2.** W. Süss. Karl Morgenstern (1770—1852). I. Teil (S. 1—160).

B XVII (1930). **1.** A. R. Cederberg. Heinrich Fick. Ein Beitrag zur russischen Geschichte des XVIII. Jahrhunderts. — **2.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. VI. — **3.** W. E. Peters. Wilson, Roosevelt, Taft und Harding. Eine Studie über nordamerikanisch-englische Menschheitstypen nach stimmanalytischer Methode. — **4.** N. Maim. Parlamentarism ja fašism. (Parliamentarism and fascism.)

B XVIII (1930). **1.** J. Vasar. Taani püüded Eestimaa taasvallutamiseks 1411—1422. (Dänemarks Bemühungen Estland zurückzugewinnen 1411—1422.) — **2.** L. Leesment. Über die livländischen Gerichtssachen im Reichskammergericht und im Reichshofrat. — **3.** A. H. Стендер-Петерсен (Ad. Stender-Petersen). О пережиточных следах аориста в славянских языках, преимущественно в русском. (Über rudimentäre Reste des Aorists in den slavischen Sprachen, vorzüglich im Russischen.) — **4.** М. Курчинский (M. Kourchinsky). Соединенные Штаты Европы. (Les États-Unis de l'Europe.) — **5.** K. Wilhelmson. Zum römischen Fiskalkauf in Ägypten.

B XIX (1930). **1.** A. v. Bulmerincq. Kommentar zum Buche des Propheten Maleachi. 2 (1, 11—2, 9). — **2.** W. Süss. Karl Morgenstern (1770—1852). II. Teil (S. 161—330). — **3.** W. Anderson. Novelline popolari sammarinesi. II.

B XX (1930). **1.** A. Oras. Milton's editors and commentators from Patrick Hume to Henry John Todd (1695—1801). I. — **2.** J. Vasar. Die grosse livländische Güterreduktion. Die Entstehung des Konflikts zwischen Karl XI. und der livländischen Ritter- und Landschaft 1678—1684. Teil I (S. 1—176). — **3.** S. v. Csekey. Die Quellen des estnischen Verwaltungsrechts. III. Teil (S. 135—150).

B XXI (1931). **1.** W. Anderson. Der Schwank vom alten Hildebrand. Teil I (S. 1—176). — **2.** A. Oras. Milton's editors and commentators from Patrick Hume to Henry John Todd (1695—1801). II. — **3.** W. Anderson. Über P. Jensens Methode der vergleichenden Sagenforschung.

B XXII (1931). **1.** E. Tennmann. G. Teichmüllers Philosophie des Christentums. — **2.** J. Vasar. Die grosse livländische Güterreduktion. Die Entstehung des Konflikts zwischen Karl XI. und der livländischen Ritter- und Landschaft 1678—1684. Teil II (S. 1—XXVII. 177—400).

B XXIII (1931). **1.** W. Anderson. Der Schwank vom alten Hildebrand. Teil II (S. I—XIV. 177—329). — **2.** A. v. Bulmerincq. Kommentar zum Buche des Propheten Maleachi. 3 (2, 10—3, 3). — **3.** P. Arumaa. Litauische mundartliche Texte aus der Wilnaer Gegend. — **4.** H. Mutschmann. A glossary of americanisms.

B XXIV (1931). **1.** L. Leesment. Die Verbrechen des Diebstahls und des Raubes nach den Rechten Livlands im Mittelalter. — **2.** N. Maim. Völkerbund und Staat. Teil I (S. 1—176).

B XXV (1931). **1.** Ad. Stender-Petersen. Tragoediae Sacrae. Materialien und Beiträge zur Geschichte der polnisch-lateinischen Jesuitendramatik der Frühzeit. — **2.** W. Anderson. Beiträge zur Topographie der „Promessi Sposi“. — **3.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. VII.

B XXVI (1932). **1.** A. v. Bulmerincq. Kommentar zum Buche des Propheten Maleachi. 4 (3, 3—12). — **2.** A. Pridik. Wer war Mutemwija? — **3.** N. Maim. Völkerbund und Staat. Teil II (S. I—III. 177—356).

B XXVII (1932). **1.** K. Schreinert. Johann Bernhard Hermann. Briefe an Albrecht Otto und Jean Paul (aus Jean Pauls Nachlass). I. Teil (S. 1—128). — **2.** A. v. Bulmerincq. Kommentar zum Buche des Propheten Maleachi. 5 (3, 12—24). — **3.** M. J. Eisen. Kevadised pühad. (Frühlingsfeste.) — **4.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. VIII.

B XXVIII (1932). **1.** P. Põld. Üldine kasvatusõpetus. (Allgemeine Erziehungslehre.) Redigeerinud (redigiert von) J. Tork. — **2.** W. Wiget. Eine unbekannte Fassung von Klingers Zwillingen. — **3.** A. Oras. The critical ideas of T. S. Eliot.

B XXIX (1933). **1.** L. Leesment. Saaremaa halduskonna finantsid 1618/19. aastal. (Die Finanzen der Provinz Ösel im Jahre 1618/19.) — **2.** L. Rudrauf. Un tableau disparu de Charles Le Brun. — **3.** P. Ariste. Eesti-rootsi laensõnad eesti keeles. (Die estlandschwedischen Lehnwörter in der estnischen Sprache.) — **4.** W. Süss. Studien zur lateinischen Bibel. I. Augustins Locutiones und das Problem der lateinischen Bibelsprache. — **5.** M. Kurtschinsky. Zur Frage des Kapitalprofits.

B XXX (1933). **1.** A. Pridik. König Ptolemaios I und die Philosophen. — **2.** K. Schreinert. Johann Bernhard Hermann. Briefe an Albrecht Otto und Jean Paul (aus Jean Pauls Nachlass). II. Teil S. I—XLII + 129—221). — **3.** D. Grimm. Zur Frage über den Begriff der Societas im klassischen römischen Rechte. — **4.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. IX.

B XXXI (1934). **1.** E. Päss. Eesti lüulaul. (Das estnische Rodellied.) — **2.** W. Anderson. Novelline popolari sammarinesi. III. — **3.** A. Kurlents. „Vanemate vara“. Monograafia ühest joomaulust. („Der Eltern Schatz“. Monographie über ein Trinklied.) — **4.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. X.

B XXXII (1934). **1.** A. Anni. F. R. Kreutzwaldi „Kalevipoeg“. I osa: Kalevipoeg eesti rahvaluules. (F. R. Kreutzwalds „Kalevipoeg“. I. Teil: Kalevipoeg in den estnischen Volksüberlieferungen.) — **2.** P. Arumaa. Untersuchungen zur Geschichte der litauischen Personalpronomina. — **3.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. XI. — **4.** L. Gulkowitsch. Die Entwicklung des Begriffes Hāsīd im Alten Testament. — **5.** H. Laakmann und W. Anderson. Ein neues Dokument über den estnischen Metsik-Kultus aus dem Jahre 1680.

B XXXIII (1936). **1.** A. Annist (Anni). Fr. Kreutzwaldi „Kalevipoeg“. II osa: „Kalevipoja“ saamisluu. (Fr. Kreutzwalds „Kalevipoeg“. II. Teil: Die Entstehungsgeschichte des „Kalevipoeg“.) — **2.** H. Mutschmann. Further studies concerning the origin of Paradise Lost. (The matter of the Armada.) — **3.** P. Arumaa. De la désinence -tu du présent en slave. — **4.** O. Loorits. Pharaos Heer in der Volksüberlieferung. I. — **5.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. XII.

B XXXIV (1935). **1.** W. Anderson. Studien zur Wortsilbenstatistik der älteren estnischen Volkslieder. — **2.** P. Ariste. Huulte võnkehäälid eesti keeles. (The labial vibrant in Estonian.) — **3.** P. Wieselgren. Quellenstudien zur Volsungasaga. I (S. 1—154).

B XXXV (1935). **1.** A. Pridik. Berenike, die Schwester des Königs Ptolemaios III Euergetes. I. Hälfte (S. 1—176). — **2.** J. Taul. Kristluse jumalariigi õpetus. (Die Reich-Gottes-Lehre des Christentums.) I pool (lk. I—VIII. 1—160).

B XXXVI (1935). **1.** A. Pridik. Berenike, die Schwester des Königs Ptolemaios III Euergetes. II. Hälfte (S. I—VIII. 177—305). — **2.** J. Taul. Kristluse jumalariigi õpetus. (Die Reich-Gottes-Lehre des Christentums.) II pool (lk. 161—304).

B XXXVII (1936). **1.** A. v. Bulmerincq. Die Immanuelweissagung (Jes. 7) im Lichte der neueren Forschung. — **2.** L. Gulkowitsch. Das Wesen der maimonideischen Lehre. — **3.** L. Gulkowitsch. Rationale und mystische Elemente in der jüdischen Lehre. — **4.** W. Anderson. Achtzig neue Münzen aus dem Funde von Naginščina. — **5.** P. Wieselgren. Quellenstudien zur Volsungasaga. II (S. 155—238). — **6.** L. Gulkowitsch. Die Bildung des Begriffes Hāsīd. I.

B XXXVIII (1936). **1.** J. Mägiste. Einiges zum problem der *oi-*, *ei-*-deminutiva und zu den prinzipien der wissenschaftlichen kritik. — **2.** P. Wieselgren. Quellenstudien zur Volsungasaga. III (S. 239—430). — **3.** W. Anderson. Zu Albert Wesselski's Angriffen auf die finnische folkloristische Forschungsmethode. — **4.** A. Koort. Beiträge zur Logik des Typusbegriffs. Teil I (S. 1—138). — **5.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. XIII.

B XXXIX (1938). **1.** A. Koort. Beiträge zur Logik des Typusbegriffs. Teil II (S. I—IV. 139—263). — **2.** K. Ramul. Psychologische Schulversuche. — **3.** A. Annist. Fr. R. Kreutzwaldi „Paari sammokese“ algupära. (Die Entstehungsgeschichte von Fr. R. Kreutzwaldi's „Paar sammokest“.) — **4.** H. Masing. The Word of Yahweh.

B XL (1937). **1.** H. Mutschmann. Milton's projected epic on the rise and future greatness of the Britannic nation. — **2.** J. Györke. Das Verbum **lē-* im Ostseefinnischen. — **3.** G. Saar. Johann Heinrich Wilhelm Witschel'i „Hommiku- ja õhtuohvrite“ eestindised. (Die estnischen Übersetzungen der „Morgen- und Abendopfer“ von J. H. W. Witschel.) — **4.** O. Sild. Kirikuvisitatsioonid eestlaste maal vanemast ajast kuni olevikuni. (Die Kirchenvisitationen im Lande der Esten von der ältesten Zeit bis zur Gegenwart.) — **5.** K. Schreinert. Hans Moritz Ayrmanns Reisen durch Livland und Rußland in den Jahren 1666—1670.

B XLI (1938). **1.** L. Gulko-witsch. Zur Grundlegung einer begriffsgeschichtlichen Methode in der Sprachwissenschaft. — **2.** U. Masing. Der Prophet Obadja. Band I: Einleitung in das Buch des Propheten Obadja. Teil I (S. 1—176).

B XLII: *ihnuh hiljemini (paraõtra plus tard).*

B XLIII (1939). **1.** L. Rudrauf. Imitation et invention dans l'art d'Eugène Delacroix: Delacroix et le Rosso. — **2.** L. Gulko-witsch. Das kulturhistorische Bild des Chassidismus. — **3.** A. Oras. Notes on some Miltonic usages, their background and later development. — **4.** A. Oras. On some aspects of Shelley's poetic imagery. — **5.** H. Mutschmann. The origin and meaning of Young's Night Thoughts.

B XLIV (1939). **1.** B. Kangro. Eesti soneti ajalugu. (Histoire du sonnet estonien.) — **2.** E. Ilus. Piiratud asjaõigused omale asjale. (Die begrenzten dinglichen Rechte an eigener Sache.)

C I—III (1929). **I 1.** Ettelugemiste kava 1921. aasta I poolaastal. — **I 2.** Ettelug. kava 1921. a. II poolaastal. — **I 3.** Dante pidu 14. IX. 1921. (Dantefeier 14. IX. 1921.) R. Gutmann. Dante Alighieri. W. Schmied-Kowarzik. Dantes Weltanschauung. — **II 1.** Ettelug. kava 1922. a. I poolaastal. — **II 2.** Ettelug. kava 1922. a. II poolaastal. — **III 1.** Ettelug. kava 1923. a. I poolaastal. — **III 2.** Ettelug. kava 1923. a. II poolaastal.

C IV—VI (1929). **IV 1.** Ettelug. kava 1924. a. I poolaastal. — **IV 2.** Ettelug. kava 1924. a. II poolaastal. — **V 1.** Ettelug. kava 1925. a. I poolaastal. — **V 2.** Ettelug. kava 1925. a. II poolaastal. — **VI 1.** Ettelug. kava 1926. a. I poolaastal. — **VI 2.** Ettelug. kava 1926. a. II poolaastal.

C VII—IX (1929). **VII 1.** Ettelug. kava 1927. a. I poolaastal. — **VII 2.** Ettelug. kava 1927. a. II poolaastal. — **VIII 1.** Loengute ja praktiliste tööde kava 1928. a. I poolaastal. — **VIII 2.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1928. a. II poolaastal. — **IX 1.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1929. a. I poolaastal. — **IX 2.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1929. a. II poolaastal. — **IX 3.** Eesti Vabariigi Tartu Ülikooli isiklik koosseis 1. detsembril 1929.

C X (1929). Eesti Vabariigi Tartu Ülikool 1919—1929.

C XI—XIII (1934). **XI 1.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1930. a. I poolaastal. — **XI 2.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1930. a. II poolaastal. — **XI 3.** E. V. T. Ü. isiklik koosseis 1. dets. 1930. — **XII 1.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1931. a. I poolaastal. — **XII 2.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1931. a. II poolaastal. — **XII 3.** E. V. T. Ü. isiklik koosseis 1. dets. 1931. — **XIII 1.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1932. a. I poolaastal. — **XIII 2.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1932. a. II poolaastal. — **XIII 3.** E. V. T. Ü. isiklik koosseis 1. dets. 1932. — **XIII 4.** K. Schreinert. Goethes letzte Wandlung. Festrede. — **XIII 5.** R. Mark. Dotsent Theodor Korssakov †. Nekroloog.

C XIV (1932). Tartu Ülikooli ajaloo allikaid. I. Academia Gustaviana. a) Ürikuid ja dokumente. (Quellen zur Geschichte der Universität Tartu (Dorpat). I. Academia Gustaviana. a) Urkunden und Dokumente.) Koostanud (herausgegeben von) J. V a s a r.

C XV (1932). L. Villecourt. L'Université de Tartu 1919—1932.

C XVI—XVIII (1936). **XVI 1.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1933. a. I poolaastal. — **XVI 2.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1933. a. II poolaastal. — **XVI 3.** E. V. T. Ü. isiklik koosseis 1. dets. 1933. — **XVII 1.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1934. a. I poolaastal. — **XVII 2.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1934. a. II poolaastal. — **XVII 3.** E. V. T. Ü. isiklik koosseis 1. dets. 1934. — **XVII 4.** R. O u n a p. T. Ü. õigusteaduskonna kriminalistikaõpetaja A. P. Melnikov †. — **XVII 5.** F. P u k s o v. Rahvusvahelise vaimse koostöötamise institutsioonid ja nende tegevus 1932—1933. — **XVIII 1.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1935. a. I poolaastal. — **XVIII 2.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1935. a. II poolaastal. — **XVIII 3.** E. V. T. Ü. isiklik koosseis 1. dets. 1935.

C XIX—XXI (1939). **XIX 1.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1936. a. I poolaastal. — **XIX 2.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1936. a. II poolaastal. — **XIX 3.** E. V. T. Ü. isiklik koosseis 1. dets. 1936. — **XIX 4.** V. P a a v e l. Inseneri tegevus, selle eesmärk, iseloomused, alused ja tulevikusihtid. — **XX 1.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1937. a. I poolaastal. — **XX 2.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1937. a. II pool-

aastal. — **XX 3.** E. V. T. Ü. isiklik koosseis 1. dets. 1937. — **XXI 1.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1938. a. I poolaastal. — **XXI 2.** Loeng. ja prakt. tööde kava 1938. a. II poolaastal. — **XXI 3.** E. V. T. Ü. isiklik koosseis 1. dets. 1938. — **XXI 4.** Vakantsele Tartu Ülikooli kirurgia-õppetoolile kandideerijate teaduslike tööde arvustused. — **XXI 5.** Vak. T. Ü. farmakoloogia-õppetoolile kandideerijate tead. tööde arvustused. — **XXI 6.** Vak. T. Ü. õpetatud sepa kohale kandideerija tead. tööde arvustused. — **XXI 7.** Vak. T. Ü. Eesti ja naabermaade muinas-teaduse õppetoolile kandideerija tead. tööde hinnang. — **XXI 8.** T. Ü. vak. günekoloogia ja sünnitusabi professuurile kandideerija tead. tööde arvustused. — **XXI 9.** T. Ü. vak. eugeenika professuurile kandideerija tead. tööde arvustused. — **XXI 10.** T. Ü. vak. eripatoloogia, diagnostika ja teraapia (polikliniku) professuurile kandideerijate tead. tööde arvustused. — **XXI 11.** T. Ü. vak. füsioloogia ja füsioloogilise keemia professuurile kandideerija tead. tööde arvustused. — **XXI 12.** Arvustajate hinnangud ja arvamused E. V. T. Ü. majandusteaduskonna vak. panganduse ja kindlustusasjanduse õppetoolile kandideerija tead. tööde ja sobivuse kohta. — **XXI 13.** T. Ü. vak. loomaarstiteaduskonna anatoomia prosektuurile kandideerija tead. tööde arvustused.

C XXII (1937). Teise Balti riikide vaimse koostöö kongressi toimetis 29. ja 30. nov. 1936 Tartus. (Actes du Deuxième Congrès Inter-baltique de Coopération Intellectuelle tenu à Tartu les 29 et 30 novembre 1936.)

Eesti koha- ja tänavanimed peavad olema väljendatud maksvate eestikeelsete nimetuste järgi kõigis Eestis avaldatavais trükitooteis ja perioodilise trükitoote nimetuses. Erandina võidakse tarvitada Eesti koha- või tänavanime muukeelset väljendust trükis avaldatavais ajaloolistes ürikuis ja üldse kirjutistes, kus koha- või tänavanimi esineb ajaloolises käsitluses. (Riigi Teataja 2 — 1935. art. 12, § 13.)

Les noms de lieux et de rues de l'Estonie doivent être donnés dans leur forme estonienne officielle dans tous les imprimés publiés en Estonie, et aussi dans les titres des périodiques. Exceptionnellement, on peut employer les formes étrangères des noms de lieux et de rues de l'Estonie en publiant des documents historiques, et en général dans des écrits où le nom d'un lieu ou d'une rue est traité du point de vue historique. (Riigi Teataja 2 — 1935. art. 12, § 13.)

TARTU ÜLIKOOLI TOIMETUSED ilmuvad kolmes seerias:

A: Mathematica, physica, medica. (Matemaatika-loodusteaduskonna, arstiteaduskonna, loomaarstiteaduskonna ja põllumajandusteaduskonna tööd.)

B: Humaniora. (Usuteaduskonna, filosoofiateaduskonna ja õigusteaduskonna tööd.)

C: Annales. (Aastaaruanded.)

Ladu: Ülikooli Raamatukogus, Tartus.

LES PUBLICATIONS DE L'UNIVERSITÉ DE TARTU (DORPAT) se font en trois séries:

A: Mathematica, physica, medica. (Mathématiques, sciences naturelles, médecine, sciences vétérinaires, agronomie.)

B: Humaniora. (Théologie, philosophie, philologie, histoire, jurisprudence.)

C: Annales.

Dépôt: La Bibliothèque de l'Université de Tartu, Estonie.